



Acta de Correcciones al Proyecto de Grado Ingeniería de Sistemas y Computación

Fecha: Julio 7 de 2021

Autores: Isabella María Caldas Rojas – Diego Felipe Galarza Chamorro

Nombre del Proyecto de Grado: Modelamiento con Digital Twin para el mejoramiento del turismo cultural en Cali

Director: Andrés Adolfo Navarro Newball

Como indica el artículo 2.27 de las Directrices de Trabajo de Grado, he verificado que los estudiantes indicados arriba han implementado todas las correcciones que los Jurados del Proyecto de Grado definieron que se efectuaran, como consta en el Acta de Calificación correspondiente.

Firma de Director(a) del Proyecto de Grado

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar el título de Ingeniero de Sistemas y Computación.



Dr. Camilo Rocha

Decano de la Facultad de Ingeniería



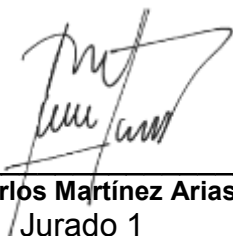
Dr. Gerardo Sarria

Director Carrera Ingeniería de Sistemas y Computación.

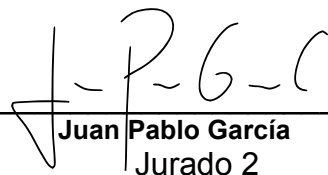


Dr. Andrés Navarro Newball

Director Trabajo



Juan Carlos Martínez Arias
Jurado 1



Juan Pablo García
Jurado 2

Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Ingeniería y Ciencias.
Ingeniería de Sistemas y Computación.
Proyecto de Grado.

Modelamiento con Digital Twin para el mejoramiento del turismo cultural en Cali

Isabella María Caldas Rojas
Diego Felipe Galarza Chamorro

Director: Dr. Andrés Adolfo Navarro Newball

Junio 11 de 2021



Santiago de Cali, Junio 11 de 2021.

Señores

Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Dr. Gerardo Mauricio Sarria

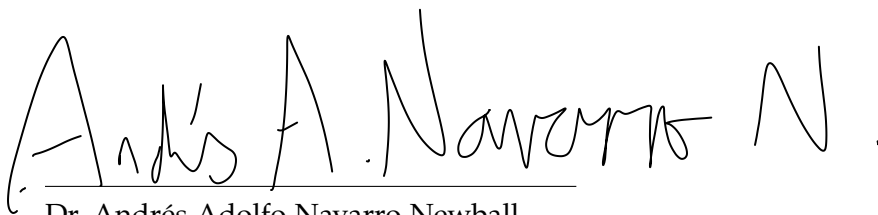
Director Carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Cali.

Cordial Saludo:

Por medio de la presente me permito informarle que he revisado el proyecto de grado "Modelamiento con Digital Twin para el mejoramiento del turismo cultural en Cali" de los estudiantes Isabella María Caldas Rojas (cod: 8912481) y Diego Felipe Galarza Chamorro(cod: 8751071), del cual soy Director y lo considero finalizado y listo para su sustentación.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink that reads "Andrés A. Navarro N." with a horizontal line underneath the name.

Dr. Andrés Adolfo Navarro Newball
Director de Trabajo de Grado
Pontificia Universidad Javeriana Cali

Santiago de Cali, Junio 11 de 2021.

Señores

Pontificia Universidad Javeriana Cali.

Dr. Gerardo Mauricio Sarria

Director Carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación.

Cali.

Cordial Saludo.

Nos permitimos presentar a su consideración el proyecto de grado titulado "Modelamiento con Digital Twin para el mejoramiento del turismo cultural en Cali" con el fin de cumplir con los requisitos exigidos por la Universidad para llevar a cabo el proyecto de grado y posteriormente optar al título de Ingeniero de Sistemas y Computación.

Atentamente,



Isabella María Caldas Rojas
Código: 8912481



Diego Felipe Salarza Chamorro
Código: 8751071

Agradecimientos

Agradecemos de manera muy especial a Andrés Navarro, nuestro director de trabajo de grado, por su apoyo, guía e impulso hacia la innovación del uso de nuevas tecnologías y su orientación y supervisión, hacia la ejecución teórica y práctica de los objetivos planteados. A nuestros padres por ser nuestra principal fuente de apoyo moral y amor incondicional, pues siempre estuvieron atentos de nuestro progreso e interesados por conocer y retroalimentar el desarrollo del proyecto y nuestra aplicación y a aportar nuevas ideas.

También le agradecemos cordialmente al grupo de Campus Nova de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, ya que con su directriz logramos orientar, aclarar y encaminar nuestras ideas iniciales del proyecto hacia el prototipo.

Abstract

Cultural tourism contributes to the economic development of cities and social integration, in addition to teaching to value and respect resources. The city of Cali was recognized as a Cultural Destination of South America in 2019, but despite this recognition, the city is stalled in the way tourism is shown to its visitors.

From systems engineering, some tools are offered that can contribute to the development of a solution to this problem. This is how this project looks forward to implement the prototype of a mobile application using Digital Twin and Augmented Reality as the main tools. This will help to improve the way in which cultural tourism is done in the city, which allows to take advantage of the visit, learn in a more interactive way about the monuments and provide more unified information to the visitors of the Cali.

Keywords: Digital Twin, Augmented Reality, Mixed Reality, Virtual Continuum, Graphic Interface, Human-Computer Interaction, Cultural Tourism.

Resumen

El turismo cultural contribuye al desarrollo económico de las ciudades y a la integración social, además que enseña a valorar y a respetar los recursos. La ciudad de Cali fue reconocida como Destino Cultural de Suramérica en 2019, pero pese a este reconocimiento la ciudad se ve estancada en la forma en la que el turismo es mostrado a sus visitantes.

Desde la ingeniería de sistemas, se ofrecen algunas herramientas con las que se pueden contribuir al desarrollo de una solución a esta problemática. Es así como en este proyecto se implementa el prototipo de una aplicación móvil utilizando como principales herramientas el Digital Twin y la Realidad Aumentada. Esto ayudará al mejoramiento de la forma en la que se realiza el turismo cultural en la ciudad, la cual permite el aprovechamiento de la visita, aprender de una forma más interactiva sobre los monumentos y brindar información más unificada a los visitantes de la ciudad.

Palabras Clave: Digital Twin, Realidad Aumentada, Realidad Mixta, Continuo Virtual, Interfaz Gráfica, Interacción Humano-Computadora, Turismo Cultural.

Índice general

1. Análisis	17
1.1. Planteamiento del Problema	17
1.1.1. Evidencias del turismo cultural en Cali	18
1.1.2. Formulación	21
1.1.3. Sistematización	21
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo General	22
1.2.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Justificación	22
1.4. Marco de Referencia	22
1.4.1. Áreas Temáticas	22
1.4.2. Marco Teórico	23
1.4.3. Trabajos Relacionados	28
1.4.4. Público Objetivo	29
1.4.5. Actividad de Interacción AR	29
2. Identidad de la aplicación	31
2.1. Nombre y Tipografía	31
2.1.1. Nombre	31
2.1.2. Tipografía	31
2.2. Logotipo	32
3. Análisis de requerimientos	35
3.1. Requerimientos de usuario	35
4. Desarrollo del Proyecto	39
4.1. Diseño	39
4.1.1. Diagrama caso de uso	39
4.1.2. Arquitectura	40
4.1.3. Diagrama de flujo	41
4.1.4. Diagrama de secuencia	43
4.2. Modelo de datos	45
4.2.1. XML	46
4.3. Selección método de Interacción	46
4.4. Diseño de Interfaz y Usabilidad	47

5. Implementación	49
5.1. Descripción General	49
5.2. Interfaz gráfica	49
5.3. Herramientas Adicionales	55
5.3.1. Adobe Photoshop y Adobe Illustrator	55
5.3.2. Blender	55
5.3.3. Vuforia	55
5.3.4. Firebase y XML	56
5.3.5. Unity	56
5.3.6. Repositorio Git	57
5.4. Técnica Implementada	57
5.5. Selección y Desarrollo de Marcadores	57
5.6. Desafíos Técnicos	58
6. Pruebas	59
6.1. Metodología de prueba	59
6.1.1. Pruebas de Desarrolladores	59
6.1.2. Pruebas de Usuarios	60
6.2. Análisis de Resultados	63
7. Conclusiones y trabajos futuros	65
7.1. Conclusiones	65
7.2. Trabajos futuros	66
A. Anexos encuesta Turismo Cultural en Cali	67
A.1. Resultados individuales encuesta sobre turismo cultural en la ciudad de Cali	67
A.1.1. Estudiante de 21 años	67
A.1.2. Estudiante de 22 años	68
A.1.3. Estudiante de 20 años	69
A.1.4. Estudiante de 23 años	70
A.1.5. Estudiante de 19 años	71
A.1.6. Estudiante de 24 años	72
A.1.7. Estudiante de 25 años	73
A.1.8. Estudiante de 23 años	74
A.1.9. Estudiante de 23 años	75
A.1.10. Estudiante de 23 años	76
A.1.11. Estudiante de 20 años	77
A.1.12. Estudiante de 20 años	78
A.1.13. Estudiante de 22 años	80
A.1.14. Estudiante de 23 años	81
A.1.15. Estudiante de 22 años	82
A.1.16. Estudiante de 22 años	83

A.1.17. Estudiante de 24 años	84
A.1.18. Estudiante de 23 años	85
A.1.19. Estudiante de 23 años	86
A.1.20. Estudiante de 23 años	87
A.1.21. Estudiante de 22 años	88
A.1.22. Estudiante de 23 años	89
A.1.23. Estudiante de 23 años	90
A.1.24. Estudiante de 25 años	91
A.1.25. Estudiante de 23 años	92
A.1.26. Estudiante de 20 años	93
A.1.27. Estudiante de 24 años	94
A.1.28. Estudiante de 21 años	95
A.1.29. Estudiante de 22 años	96
A.1.30. Estudiante de 21 años	97
B. Anexos Casos de Pruebas desarrolladores	99
Bibliografía	105

Introducción

El turismo cultural es definido por la UNESCO como una actividad que además de contribuir al desarrollo económico también contribuye a la integración social y al acercamiento entre pueblos; el turismo cultural es una modalidad en la que confluyen las políticas culturales y turísticas, las cuales llevan los valores y el respeto por los recursos [1].

La ciudad de Cali ha recibido el reconocimiento como Destino Cultural en Suramérica 2019, esto por la diversidad cultural, artística, gastronómica, patrimonial y musical que ofrece a sus visitantes [2]. No obstante, la ciudad se ve estancada con la forma en la que promueve el turismo cultural, tanto en puntos de Información Turística (PIT) como en información brindada mediante la página web oficial de turismo de la ciudad [3].

Ahora bien, haciendo uso de algunos conceptos ofrecidos por la ingeniería de sistemas como son, Digital Twin, Continuo Virtual y Realidad Aumentada o AR por sus siglas en inglés, los cuales logran adaptarse a la problemática que se describe anteriormente, se puede construir una alternativa para brindar una solución a esta, apoyándose en la organización estructurada e interactiva de la información turística de los monumentos de la ciudad. Se propone desarrollar el prototipo de una aplicación con capacidad de brindar a los usuarios información pertinente sobre los mismos, las respectivas opiniones de quienes los visitan y adicionalmente ofrecer actividades interactivas que contarán con tecnologías de AR para lograr el máximo aprovechamiento de la visita por parte de los turistas. Adicional a esto, la presente propuesta contribuye a un proyecto más grande de creación de ciudades inteligentes.

Este documento presenta la propuesta de Modelamiento con Digital Twin para el mejoramiento del turismo cultural en Cali. Se presenta primero el problema y después el proceso de desarrollo.

1.1. Planteamiento del Problema

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, define el turismo cultural como una actividad que además de contribuir al desarrollo económico también contribuye a la integración social y acercamiento entre pueblos; el turismo cultural es una modalidad en la que confluyen las políticas culturales y turísticas, las cuales llevan los valores y el respeto por los recursos. Por otra parte, ICOMOS (International Council on Monuments and Sites), afirma que el turismo cultural es aquella forma de turismo que tiene por objeto el conocimiento de monumentos y sitios históricos artísticos [1].

Por otra parte, la ciudad de Cali recibió el reconocimiento como Destino Cultural en Suramérica 2019, la cual fue otorgada por la diversidad cultural, artística, gastronómica, patrimonial y música que ofrece a todas las personas que se encuentren ahí [2]. Sin embargo, a pesar de esta distinción, la ciudad se ve estancada en su forma de promover el turismo cultural, esta se limita a 3 Puntos de Información Turística (PIT) en toda la ciudad [4] e información de sólo 8 lugares para realizar turismo en la página oficial de turismo de la ciudad [3].

Adicional a esto, en la página oficial de la oficina de turismo de Cali, no se encuentran opiniones de los visitantes sobre sus experiencias realizando turismo cultural en la ciudad, lo cual conduce a que los viajeros se vean obligados a buscarlas en diferentes páginas de internet y se topen con opiniones desactualizadas sobre sus experiencias en la ciudad. Asimismo, se genera un voz a voz, el cual está conformado por las diferentes opiniones leídas por los turistas y sus experiencias propias. Cuando estas llegan a nuevos turistas, no representan opiniones unificadas y no aportan en la escogencia a la hora de elegir el lugar para visitar. Por otro lado, la mayoría de los lugares, en especial los que son en espacios abiertos, no cuentan con información suficientemente visible y organizada para aprender más sobre la historia del monumento y su importancia en el turismo cultural de la ciudad.

Ahora bien, desde la ingeniería de sistemas se tienen dos conceptos, Digital Twin y Continuo Virtual, los cuales se logran adaptar muy bien a la problemática anteriormente descrita. Por una parte, el primero, hace referencia a modelos virtuales que se utilizan para representar, monitorear y controlar productos, entidades y procesos físicos, los cuales son utilizados para comprender y predecir características de rendimiento de su par físico utilizando diferentes niveles de abstracción [4]. El segundo, hace referencia a una escala continua que contempla lo que va desde

lo completamente real y lo totalmente virtual, este abarca todas las posibles variaciones de los objetos virtuales y reales. [5]

Un ejemplo del uso de los conceptos descritos anteriormente se ve evidenciado en un proyecto llevado a cabo en la ciudad de Cartagena – Colombia, en la cual se tuvo la implementación de un Framework para apoyar la educación sobre patrimonio. La aplicación, que se alimentaba tanto del conocimiento de expertos en patrimonio, como de las experiencias de los usuarios, ofrecía un mapa con patrimonios e información sobre estos, además de la posibilidad e interactuar con ellos mediante las tecnologías de realidad aumentada. Cabe resaltar que los resultados de este proyecto fueron positivos en cuanto a las experiencias de los usuarios, estos presentaron un alto grado de interés y motivación al utilizar la aplicación [6].

De acuerdo a lo anterior, las tecnologías del continuo virtual y sus aplicaciones en el contexto de Digital Twin, pueden constituir una alternativa para la solución de la problemática apoyando en la organización estructurada e interactiva de la información turística de los monumentos de la ciudad de Cali. Así, este proyecto busca resolver la pregunta planteada en la formulación.

1.1.1. Evidencias del turismo cultural en Cali

Se realizó una encuesta por medio de Google forms a 30 estudiantes entre los 18 y 25 años, residentes en el Valle del Cauca, se preguntó sobre su conocimiento, realización de Turismo Cultural, actividades que se pueden realizar en torno a estos monumentos, tiempo que dedican a estas visitas y si revisaban las experiencias de otros visitantes a la hora de realizar turismo cultural en la ciudad de Cali. De las personas encuestadas 21 de ellos han realizado turismo cultural. Para ver de forma más detallada los resultados de la encuesta, diríjase a la sección de Anexos encuesta "Turismo Cultural en Cali", del apéndice A.

- ¿Ha realizado turismo Cultural en Cali?

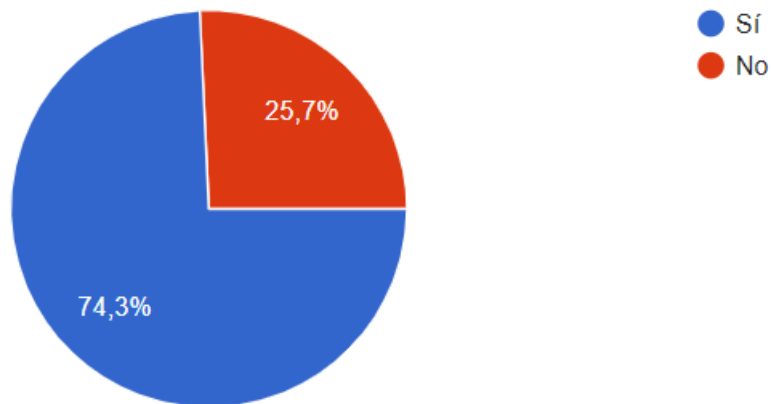


Figura 1.1: Resultados encuesta pregunta 1

- Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?

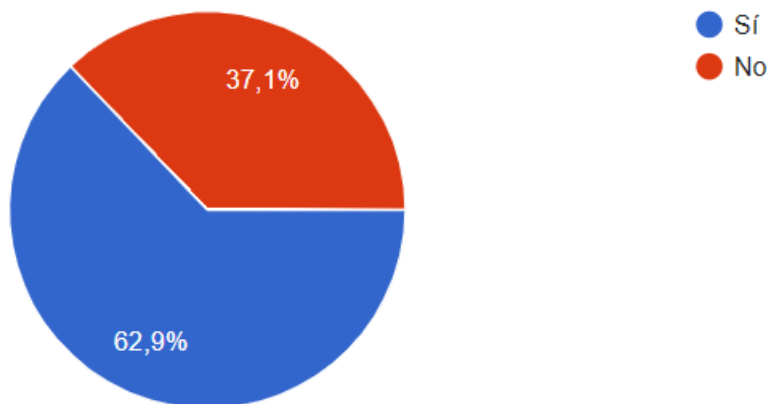


Figura 1.2: Resultados encuesta pregunta 2

De este grupo de personas, el 61,9% ha visitado el Monumento a Cristo Rey y su gran mayoría sabe sobre las actividades que se pueden realizar ahí y se destaca el apreciar la vista que ofrece este mirador y degustar la comida ofrecida por los vendedores del lugar, además consideran que el tiempo necesario para su visita es de entre 1 y 3 horas, de este grupo de visitantes, tan solo el 39% conocen sobre la historia del monumento.

- ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?

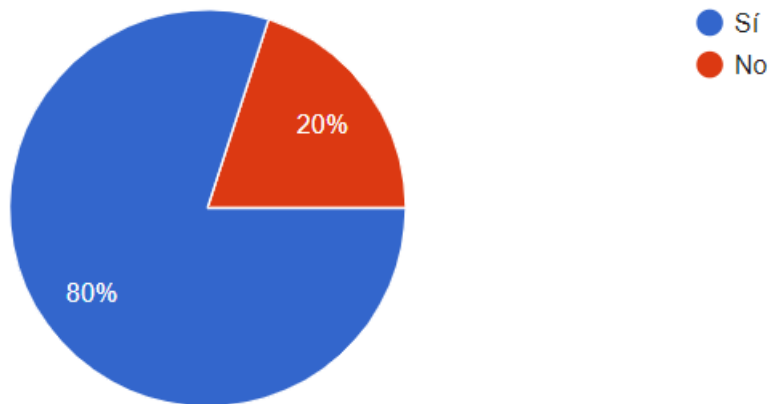


Figura 1.3: Resultados encuesta pregunta 3

- ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?

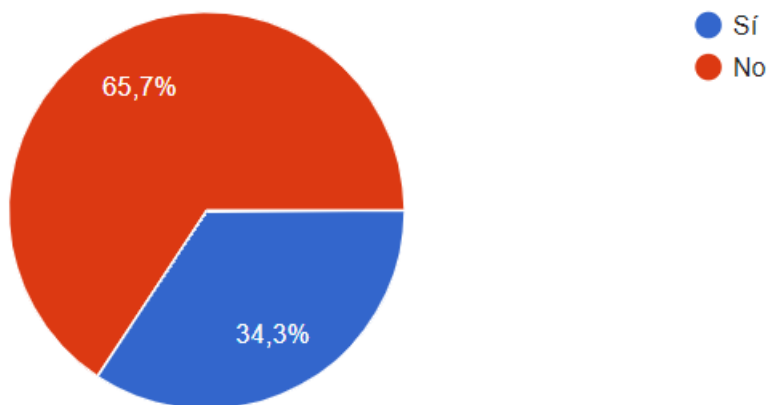


Figura 1.4: Resultados encuesta pregunta 7

Por otra parte, el 94,3% de los que han realizado turismo cultural en la ciudad han visitado el Gato de Tejada, de estas, 14 personas conocen las actividades que se pueden realizar en la visita al monumento, de las cuales se destaca caminar y tomarse fotos mientras observan las exposiciones de los gatos y terminar la visita comiendo en los restaurantes de la zona. Consideran que el tiempo para la visita es de entre 1 y 2 horas, de este grupo de visitantes, la mitad conocen la historia del monumento.

- ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?

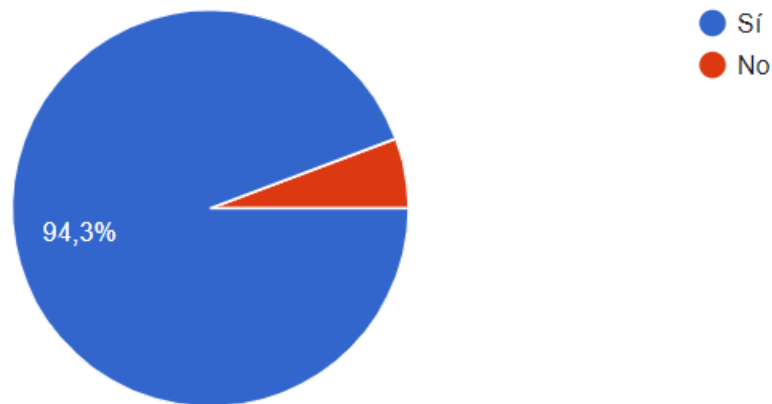


Figura 1.5: Resultados encuesta pregunta 8

- ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?

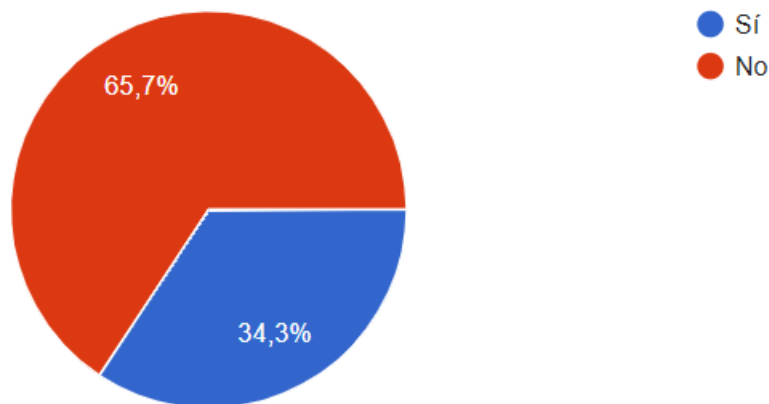


Figura 1.6: Resultados encuesta pregunta 12

1.1.2. Formulación

¿Cómo aplicar la tecnología Digital Twin para el desarrollo del prototipo de una aplicación que presente de manera interactiva la información de los monumentos en la ciudad de Cali?

1.1.3. Sistematización

1. ¿Cómo estructurar la información de un monumento de la ciudad de Cali?
2. ¿Cómo desarrollar una arquitectura que permita integrar la información de un monumento de la ciudad de Cali con un Digital Twin?
3. ¿Cómo implementar en una aplicación prototipo usando la arquitectura propuesta?

4. ¿Cómo evaluar el nivel de satisfacción en un grupo de usuarios de prueba?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Aplicar la tecnología Digital Twin para el desarrollo del prototipo de una aplicación que presente de manera interactiva la información de los monumentos en la ciudad de Cali.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Estructurar la información de un monumento de la ciudad de Cali.
2. Desarrollar una arquitectura que permita integrar la información de un monumento de la ciudad de Cali con un Digital Twin.
3. Implementar en una aplicación prototipo usando la arquitectura propuesta.
4. Evaluar el nivel de satisfacción en un grupo de usuarios de prueba.

1.3. Justificación

La capital del Valle del Cauca, Cali, recibió el reconocimiento como Destino Cultural en Suramérica 2019, esto debido a la diversidad cultural artística, gastronómica, patrimonial y musical que ofrece [2]. Por tanto, la ciudad tiene una oferta amplia en diferentes ámbitos para todos aquellos que la visitan. En cuanto a turismo cultural se refiere, la ciudad ofrece a sus turistas museos, monumentos y atractivos de naturaleza [3].

Por lo anterior, es importante hacer evidente a los visitantes este patrimonio, pues como se sabe, el patrimonio crea valor y sentido de pertenencia en la comunidad. Un aporte hacia el logro de esto podría ser el desarrollo de una aplicación interactiva basada en el continuo virtual y en particular los Digital Twin. Esta tiene el potencial de causar un impacto positivo en el turismo de la ciudad de Cali. Adicionalmente, su desarrollo implica retos de computación relacionados con la representación virtual de monumentos y que pueden constituir un aporte a las líneas de interés del grupo Destino.

1.4. Marco de Referencia

1.4.1. Áreas Temáticas

- CCS -¿Human-centered computing -¿Human computer interaction (HCI) -¿Interaction paradigms -¿Mixed/augmented reality

- CCS -¿Human-centered computing -¿Human computer interaction (HCI) -¿Interaction paradigms -¿Graphical user interfaces
- CCS -¿Human-centered computing -¿Human computer interaction (HCI) -¿HCI design and evaluation methods -¿Usability testing
- CCS -¿Human-centered computing -¿Interaction design -¿Interaction design process and methods -¿User interface design

1.4.2. Marco Teórico

En la siguiente sección se abordan los conceptos relacionados con el desarrollo del proyecto:

1.4.2.1. Digital Twin

Digital Twin (DT) es uno de los conceptos principales asociados con la industria 4.0 y hace referencia a un conjunto de representaciones virtuales el cual permite describir las características fundamentales de un componente, producto o sistema utilizando diferentes niveles de abstracción. Un DT es una manifestación virtual precisa que permanece actualizada y agrega datos de forma continua [7].

1.4.2.2. Continuo Virtual

El continuo Virtual hace referencia a una escala continua que contempla lo que abarca desde lo que es completamente real y lo totalmente virtual, incluyendo todas las posibles variaciones de los objetos virtuales y reales. [5].

En la figura 1.7, se puede observar que en la parte izquierda están definidos todos los objetos que son reales, donde se incluyen todos aquellos objetos que puedan ser observados en el mundo real, ya sea en persona o a través de algún tipo de pantalla. En la parte derecha son definidos los entornos que contienen únicamente los objetos virtuales, en el cual se incluye cualquier gráfico realizado por computadora. En la mitad de estos, se encuentra un entorno llamado Realidad Mixta (MR), en el cual se representan los objetos del mundo real y virtual sobre una misma pantalla, es decir en cualquier lugar del continuo virtual [5].

1.4.2.3. Realidad aumentada

Realidad aumentada o AR por sus siglas en inglés, complementa el mundo real con objetos virtuales, los cuales son generados por computador y que aparecen para coexistir con los elementos del mundo real. La AR termina extendiendo el mundo real brindando al usuario una

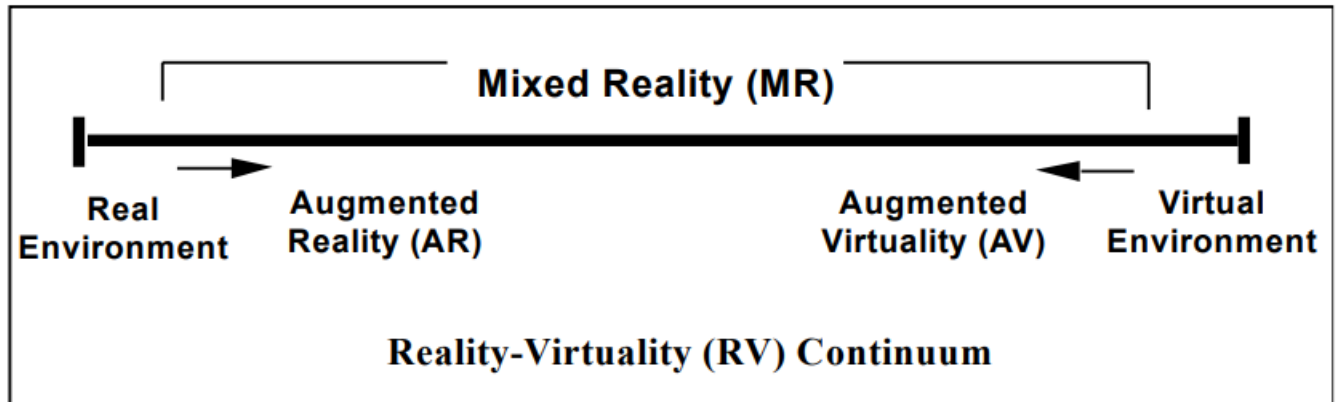


Figura 1.7: Representación simplificada del Continuo Virtual

inmersión parcial logrando que este se sienta “transportado” a un mundo virtual sin que haya salido físicamente del espacio real en el que se encuentra [8].

1.4.2.4. Herramientas de desarrollo para AR

- **Vuforia:** está enfocada para que los desarrolladores puedan integrar de forma fácil las tecnologías de realidad aumentada a sus aplicaciones. Lo que hace Vuforia es enfocarse en lo visual, centrándose en lo que captura la cámara del dispositivo [9]. Ver figura 1.8



Figura 1.8: Vuforia. [Tomado de: <https://www.grupompr.com/wp-content/uploads/2019/11/Vuforia-Logo-0Lx2a896.png>]

- **Hoppala:** es una de las plataformas más grandes dedicada a el contenido geolocalizado en RA. Esta plataforma es ideal para publicar contenido AR en páginas web y es fácil de utilizar ya que no se necesita de software o código. Asimismo, es una de las plataformas más utilizadas para lograr modelos en AR de museos o puntos de interés de diferentes lugares del mundo [10].



Figura 1.9: Hoppla. [Tomado de: <http://www.hoppala-agency.com/wordpress/wp-content/uploads/2010/07/Augmentation.png>]

- **ARCore:** es una plataforma de Google para la creación de experiencias de realidad aumentada. Permite que se utilice el dispositivo móvil para analizar y detectar el entorno, esto utilizando la cámara y diferentes sensores [11]. Ver figura 1.10



Figura 1.10: ARCore. [Tomado de: https://i.blogs.es/851667/arcoree/1366_521.jpg]

- **ARKit:** es la librería de realidad aumentada de Apple, desarrollada en Objective-C, integrada en iOS y iPadOS. ARKit no ilustra elementos en RA, sólo brinda información de cómo es interpretado el objeto en tiempo real mediante la cámara y los sensores del dispositivo. Con esta información obtenida ya se puede pasar a una librería gráfica 3D para dibujar el objeto en RA [12]. Ver figura 1.11



Figura 1.11: ARKit. [Tomado de: <https://ardev.es/wp-content/uploads/2018/01/logo-arkit.jpg>]

1.4.2.5. Motores de Videojuegos

Para la implementación de las herramientas descritas anteriormente, a excepción de Hoppla, es necesario un motor de videojuegos.

- **Unity:** Es un motor multiplataforma creado por Unity Technologies, tiene soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas. Cuenta con una versión profesional y otra personal [13]. Ofrece un gran acople con Vuforia minimizando la curva de aprendizaje, incidiendo así en un menor tiempo de aprendizaje y desarrollo, aspecto que lo hace la mejor opción para el desarrollo de este proyecto. Ver figura 1.12



Figura 1.12: Unity. [Tomado de: <https://cdn.hobbyconsolas.com/sites/navi.axelspringer.es/public/media/image/2020/02/unity-logo-1879391.png>]

- **CryEngine:** creado por la empresa alemana desarrolladora de Software Crytec, es un motor de videojuegos utilizado originalmente para demostraciones de la empresa Nvidia [14]. Ver figura 1.13



Figura 1.13: CryEngine. [Tomado de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/2/2a/CryEngine_logo.jpg]

- **UnReal:** es el motor de juegos creado por la compañía Epic Games. Su código está escrito en C++, presenta un alto nivel de portabilidad y se ha situado como una de las herramientas más utilizadas por desarrolladores de videojuegos [15]. Ver figura 1.14



Figura 1.14: UnReal Engine. [Tomado de: <https://www.pngkey.com/png/detail/275-2752551-horizontal-logo-unreal-engine-unreal-engine-logo-vector.png>]

1.4.2.6. Interfaz Gráfica de Usuario

La interfaz gráfica de Usuario o GUI por sus siglas en inglés, es la parte del software que el usuario puede ver y hace referencia a los elementos gráficos que ayudan a la comunicación con el sistema. La GUI tiene dos componentes principales: la entrada y la salida. La primera es la forma en la que el usuario comunica al sistema lo que desea realizar, la segunda es la manera en la que el sistema transmite los resultados solicitados por el usuario [16].

1.4.2.7. Interacción Humano-Computadora

La interacción Humano-Computadora o HCI por sus siglas en inglés hace referencia a el proceso de entrada y salida de información entre una interfaz humano-computadora, el usuario envía instrucciones a la computadora y posteriormente esta presenta los resultados después

de calcularlos y procesarlos. Hay diversas formas de interacción entre los modos de entrada y salida, razón por la cual las formas de interacción varían, estas incluyen la interacción entre datos, figuras, imágenes, voz, entre otros [17].

1.4.3. Trabajos Relacionados

En cuanto a trabajos que tratan temáticas relacionadas a las del presente proyecto se encontraron:

- **Application of Kinect-based Motion Recognition Algorithm in Cultural Tourism [18]:**
Este trabajo trata sobre una aplicación desarrollada para la ciudad de Dunhuang en China, la cual intenta involucrar al usuario a través de un videojuego para que aprenda sobre la cultura de murales en mencionada ciudad, de tal manera que el jugador pueda interactuar, intervenir y ejecutar acciones que lo lleven al acercamiento cultural y que por lo tanto se refuerce el turismo cultural. Para lograr esto, utilizaron varias técnicas dentro de las cuales se encuentra, un hardware somatosensorial Kinect para tomar la posición y movimientos del usuario junto con cámaras con sensores de profundidad, también usaron realidad virtual en donde emplearon modelos del mundo real para que el usuario pueda hacer uso de ellos virtualmente.
- **ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites [19]:**
Este trata de una aplicación de asistencia personalizada para turismo y visitas culturales la cual usa la posición del usuario para recrear ruinas antiguas sirviendo como soporte educativo, profesional, recreativo e informativo de la Olimpia en Grecia; a través de la realidad aumentada, le permite al usuario interactuar y presenciar detalles arquitectónicos de tal modo que las visitas turísticas se ven nutridas por una agrupación del aprendizaje y la tecnología. Para esto implementaron técnicas de realidad aumentada, computación móvil, dispositivos portables para uso exclusivo del usuario durante el recorrido y renderizado de imagen en tiempo real.
- **Gaming Application Development to Promote Cultural Tourism in Bangnoi Floating Market in Samutsongkram [20]:**
Este trabajo trata de un videojuego desarrollado específicamente para el apoyo del turismo en el Mercado flotante de Bangnoi en Tailandia, de modo que a través del juego las personas locales y turistas pudieran acceder a la información más detallada sobre el área local al mercado, puntos de interés, haciendo uso de recursos fotográficos, mini-juegos de preguntas y complementado con las redes sociales. Para esto, se usaron metodologías básicas de desarrollo de videojuegos para dispositivos móviles, métodos de calificación del rendimiento de la aplicación y un cuestionario físico a los usuarios para tener retroalimentación.
- **Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices [21]:**

Este trabajo trata de un videojuego educativo interactivo el cual se centra en el descubrimiento y conocimiento del pasado de la cultura Chimú, su historia, costumbres y otras actividades, todo a través de la constante interacción del usuario mediante un software de reconocimiento gestual corporal. Como metodologías tuvieron el uso de una realidad mixta, en donde el movimiento del usuario era captado a través de un dispositivo Kinect, mientras que dichos movimientos eran captados por el videojuego y a medida que el usuario hacia un progreso se iluminaba en el museo el objeto que acababa de descubrir.

1.4.4. Público Objetivo

Las personas para las que está dirigida este prototipo tienen una edad de más de 16 años, las cuales tienen un dispositivo móvil con sistema operativo Android y disfrutan o están interesados en realizar turismo cultural en la ciudad de Cali. Este prototipo se desarrolló para Android porque este es el más utilizado en Colombia [22] y son estos usuarios los que nos brindaran la retroalimentación sobre el proyecto.

1.4.5. Actividad de Interacción AR

El prototipo que se desarrolló tiene como objetivo generar una interacción con los monumentos 3D de Cristo Rey y El Gato de Río, al mismo tiempo brindándole información al usuario sobre el monumento con el que está interactuando.

Identidad de la aplicación

2.1. Nombre y Tipografía

2.1.1. Nombre

Se buscó que el nombre de la aplicación tuviera un sentido principal en el hecho de que su funcionalidad le permitiera al usuario visualizar los monumentos presentados a través de la Realidad Aumentada (AR), pero manteniendo el norte en la funcionalidad de tipo turística para la ciudad de Cali. Tomando estos puntos en consideración, se tuvieron varias opciones entre las cuales las más destacadas fueron: *Touristapp*, *CaliAR* y *TornAR*.

Finalmente, con el objetivo de plasmar la identidad caleña en la aplicación y hacerla más autóctona a la región se utiliza una palabra del uso común en la ciudad de Cali, concluyendo que la palabra usada sería *Mirá*, del verbo mirar, dando así el sentido de observar algo en la aplicación. Para efectos de que fuera más llamativa se hizo una combinación de palabras entre *Mirá* y la abreviación de *Aplicación* en inglés *App*, por lo que el nombre final de la aplicación fue *MirÁpp*, ver figura 2.1.



Figura 2.1: Título de la aplicación del proyecto.

2.1.2. Tipografía

Para hacer de la aplicación algo llamativo pero a la vez sui géneris, se decidió usar la tipografía **Sketch 3D** que representa al texto saliendo del plano de dos dimensiones, haciendo alusión a la representación en realidad aumentada y el uso del Digital Twin en los monumentos y el diseño de letra tipo bosquejo escrito a mano, le da un toque de informalidad al título haciendo que tenga más impacto visual la contracción gramatical de palabras *MirÁpp* y cause una sensación de curiosidad en los usuarios, ver figura 2.2.



Figura 2.2: Simbología de la tipografía.

2.2. Logotipo

El logotipo de la aplicación pasó por varias etapas de elaboración que fueron dando forma al sentido que se quería dar con esa primera impresión que tendría el usuario en el momento de descargar, instalar y buscarla; es por eso que primero se pensó en un diseño que involucrara los monumentos en los que se centraría el uso de la aplicación y una manera sencilla de representar el uso de la realidad aumentada en la ciudad de Cali ver figura 2.3; el diseño inicial presentaba problemas en la congestión visual de elementos y una alta complejidad en formas, así como un complejo uso de colores saturados, que para el tamaño del logotipo eran difíciles de digerir por parte del usuario. Para la siguiente versión del logotipo se trató de involucrar la palabra característica del nombre de la aplicación *Mirá*, manteniendo los colores pasteles usados en las ventanas de la aplicación, para hacer del logotipo algo más minimalista, con un sentido claro enfocado en la visualización de algo, en este caso la representación con Digital Twin de los monumentos, pero este generaba en los usuarios una sensación de estar utilizando una aplicación para niños, algo que estaba fuera totalmente del sentido del proyecto, ver figura 2.4.



Figura 2.3: Prototipo de logo con énfasis en características de la ciudad de Cali



Figura 2.4: Prototipo de logo con énfasis en el nombre de la aplicación

Finalmente, se logró dar una mejor orientación al logotipo enfocándolo hacia el uso de la Realidad Aumentada, por lo que, tras una amplia documentación sobre logotipos relacionados con la AR, el escaneo de códigos QR o similares y la exhibición de objetos en 3D, se logró identificar que las *esquinas flotantes* redondeadas ubicadas en posición de cuadrado eran la principal forma de representar estas características mencionadas, por lo que se juntó una interpretación propia de esta idea con el hecho de mantener parte del nombre de la aplicación dentro del logo sin salirse del minimalismo. Para ello, se decidió usar la letra *Á* (A mayúscula con acento) que mantiene el sentido de la finalización de la palabra *Mirá* con el acento regional de Cali y el sentido de inicialización de la abreviación en inglés de *App* que representa a las aplicaciones móviles, ver figura 2.5 y figura 2.6.



Figura 2.5: Logotipo final con los colores principales.



Figura 2.6: Logotipo final contrastante en menús.

Análisis de requerimientos

En este capítulo se detallaran los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, entendiéndose como requerimiento las condiciones o capacidades que debe tener el sistema para satisfacer la necesidad planteada por el usuario [23] además se muestra el proceso llevado a cabo para llegar a estos.

3.1. Requerimientos de usuario

Para lograr identificar los requerimientos del sistema se realizan diferentes actividades con el grupo de Campus Nova de la Pontificia Universidad Javeriana – Cali. En estas actividades se logró aclarar los detalles que se implementarían en el diseño del prototipo, logrando así una primera vista al prototipo final, el cual se busca que sea llamativo y con una interfaz fácil de utilizar para el usuario y que al mismo tiempo ayude a solventar el vacío que tiene la ciudad con el turismo cultural, esto con la implementación del DT en el prototipo.

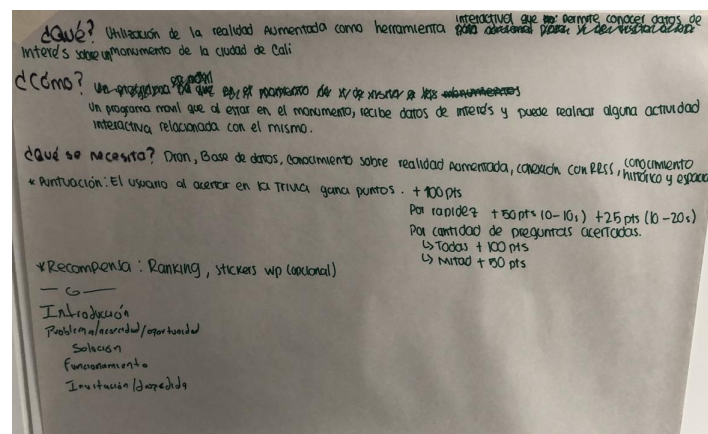


Figura 3.1: Notas de actividad con Campus Nova. Planteamiento

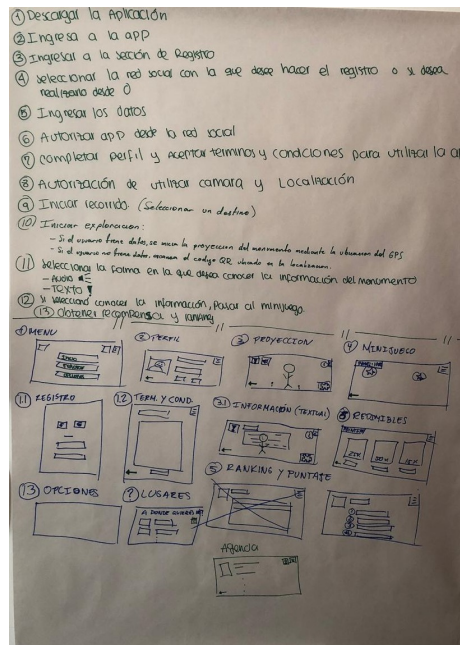


Figura 3.2: Notas de actividad con Campus Nova. Paso a Paso y Mock Ups

Posterior a las actividades desarrolladas en Campus Nova, se lograron materializar los objetivos funcionales que se plantean para el presente proyecto, entendiéndose por requerimiento funcional la definición de funcionalidades que ofrece el sistema que se va a desarrollar [23], los cuales se muestran a continuación en el cuadro 3.1:

Código	Descripción
RF_01	El sistema debe mostrar información sobre la historia de Cristo Rey.
RF_02	El sistema debe mostrar los comentarios de los usuarios que han visitado Cristo Rey.
RF_03	El sistema debe permitir que un usuario agregue su comentario sobre su visita a Cristo Rey.
RF_04	El sistema debe permitir que el usuario agregue la emoción que sintió en su visita a Cristo Rey.
RF_05	El sistema debe permitir que el usuario registre el medio de transporte utilizado para ir hasta Cristo Rey.
RF_06	El sistema debe mostrar al usuario el monumento a Cristo Rey en realidad Aumentada.
RF_07	El sistema debe permitir que el usuario registrarse en la aplicación.
RF_08	El sistema debe mostrar información sobre la historia de El Gato de Tejada.
RF_09	El sistema debe mostrar los comentarios de los usuarios que han visitado El Gato de Tejada.

Continúa en la siguiente página

Código	Descripción
RF_10	El sistema debe permitir que un usuario agregue su comentario sobre su visita a El Gato de Tejada.
RF_11	El sistema debe permitir que el usuario agregue la emoción que sintió en su visita a El Gato de Tejada.
RF_12	El sistema debe permitir que el usuario registre el medio de transporte utilizado para ir hasta El Gato de Tejada.
RF_13	El sistema debe mostrar al usuario el monumento a El Gato de Tejada en realidad Aumentada.
RF_14	El sistema debe preguntarle al usuario si autoriza a la aplicación acceder a la cámara de su dispositivo móvil

Cuadro 3.1: Tabla de requerimientos funcionales del sistema

De los anteriores requerimientos funcionales, es importante resaltar la relevancia de los que hacen parte del componente de DT del prototipo, estos requerimientos son los que hacen referencia al ingreso y almacenamiento de la información ingresada por el usuario para cada monumento y posteriormente ayudan a las demás personas que hagan uso del prototipo a tomar decisiones para su visita basándose en el comentario, emoción que le generó a visitantes anteriores y medio de transporte que fue utilizado. Estos requerimientos a los que se hace referencia son los siguientes, ver cuadro 3.2:

Cristo Rey		Gato de Tejada	
Código	Descripción	Código	Descripción
RF_03	El sistema debe permitir que un usuario agregue su comentario sobre su visita a Cristo Rey.	RF_10	El sistema debe permitir que un usuario agregue su comentario sobre su visita a El Gato de Tejada.
RF_04	El sistema debe permitir que el usuario agregue la emoción que sintió en su visita a Cristo Rey.	RF_11	El sistema debe permitir que el usuario agregue la emoción que sintió en su visita a El Gato de Tejada.
RF_05	El sistema debe permitir que el usuario registre el medio de transporte utilizado para ir hasta Cristo Rey.	RF_12	El sistema debe permitir que el usuario registre el medio de transporte utilizado para ir hasta El Gato de Tejada.

Cuadro 3.2: Tabla de requerimientos que incorporaran DT en el prototipo para los monumentos.

Adicionalmente, se plantean los siguientes requerimientos no funcionales, los cuales hacen referencia a los atributos deseados en el sistema que se va a desarrollar, estos por lo general están

orientados a la arquitectura del sistema [23]. Para el prototipo se tienen los siguientes. Ver cuadro 3.3:

Código	Descripción
RNF_01	El sistema debe tener un tiempo de respuesta rápido, siendo el tiempo máximo de espera 2 segundos.
RNF_02	El tiempo de inicio del sistema debe ser menor a dos minutos.
RNF_03	Los datos deben guardar persistencia.

Cuadro 3.3: Tabla de requerimientos no funcionales del sistema.

Desarrollo del Proyecto

4.1. Diseño

En el presente capítulo, se presenta el desarrollo del prototipo, el diagrama de casos de uso, el cual ayuda a comprender el flujo de las actividades del prototipo, también se encuentra el diseño de la arquitectura que fue seleccionada, diagramas de actividades, un bosquejo inicial de la interfaz gráfica y el modelo de datos, es decir, se da a conocer los diagramas que describen el flujo de la aplicación y la forma en la cual es integrado el componente DT en cada una de estas.

4.1.1. Diagrama caso de uso

Una vez concluidas las reuniones que se tuvieron con el grupo de Campus Nova, las cuales ayudaron a delimitar las funciones y hacer atractivo el prototipo para el usuario, se planteó el siguiente diagrama de casos de uso, en el cual se representa desde el punto de vista del usuario, las diferentes opciones que tiene para interactuar con el prototipo:

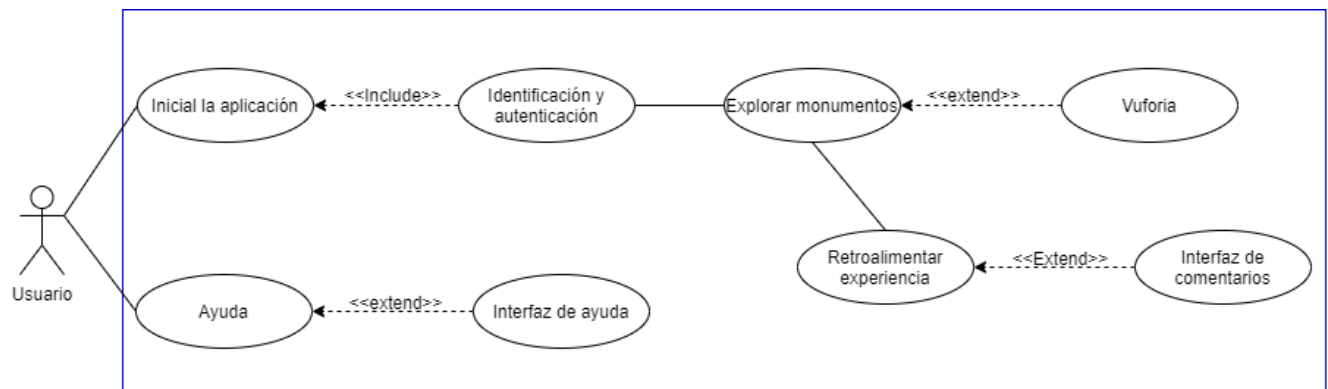


Figura 4.1: Diagrama de caso de uso. Navegación en la aplicación

El usuario tiene principalmente dos opciones de interacción, iniciar la aplicación, para la cual requiere identificarse si ingresa por primera vez o autenticarse en caso de ya estar registrado; y una pantalla de ayuda, la cual le brindará indicaciones sobre cómo interactuar con el prototipo y se podrá desplegar en cualquier momento de la navegación por medio de las diferentes pantallas

del prototipo. Posteriormente, el usuario puede explorar el monumento en AR mediante el uso de los botones ventanas de exploración y junto con esto puede retroalimentar su experiencia y visualizar las de otros usuarios.

La retroalimentación que realiza el usuario incluye dejar un comentario sobre su experiencia y opinión de la visita al monumento, emoción que sintió una vez finalizada su visita y el medio de transporte que utilizó para llegar al monumento. Esta información que es capturada por el prototipo es la que alimenta la componente de DT y que posteriormente puede ser visualizada en otra de las pantallas, ayudando así a que un nuevo usuario pueda hacer uso de esta información para realizar toma de decisiones.

4.1.2. Arquitectura

La arquitectura implementada en el prototipo tiene como núcleo el motor de videojuegos Unity ya que es el que hace posible la comunicación entre Vuforia y los datos que se encuentra en los archivos XML. De esta forma se almacenan todos los datos relacionados con el usuario y para darle una integridad a la aplicación del Digital Twin y mantener actualizados los datos referentes al mismo recopilando la información de cantidad de visitas por usuario, comentarios, calificaciones y detalles relevantes que permiten una interpretación mas sencilla de la información, por lo tanto el modelo tiene una división lógica y de diseño, logrando escalabilidad, ya que sus componentes modulares permiten que puedan ser redimensionados a futuro y se puedan incorporar nuevos requerimientos.

Esta arquitectura, que se puede visualizar en la figura 4.2, la cual está dividida en capas, es elegida por la independencia y escalabilidad a futuro que se les brinda a los componentes, permitiéndole a la aplicación crecer en funcionalidades sin interferir en el correcto funcionamiento de las diferentes capas.

La primera capa es la que posibilita que el usuario pueda avanzar por medio de las funciones que brinda el prototipo y la separación de cada una de las funciones que se brindan es cada una de las principales características que ofrece la arquitectura. Por otra parte, en la segunda capa se encuentra la interacción AR que promete el prototipo, la cual es proporcionada por Vuforia y es donde se almacenan los marcadores, es en esta capa donde se encuentra también Unity, que es donde se maneja la parte gráfica del prototipo y hace posible la interacción con la capa en la cual se almacena la información.

En la última capa se tiene la capa de datos, en donde se utiliza XML, y es este el que almacena la información para autenticación de los usuarios y los comentarios que han realizado los usuarios con sus experiencias en la visita a los monumentos. Es en esta capa donde se encuentra almacenada la información que conforma el componente de DT, ya que es aquí donde se encuen-

tra la información que ha sido ingresada por el usuario y ayuda a alimentar el prototipo para el uso de todos los demás usuarios.

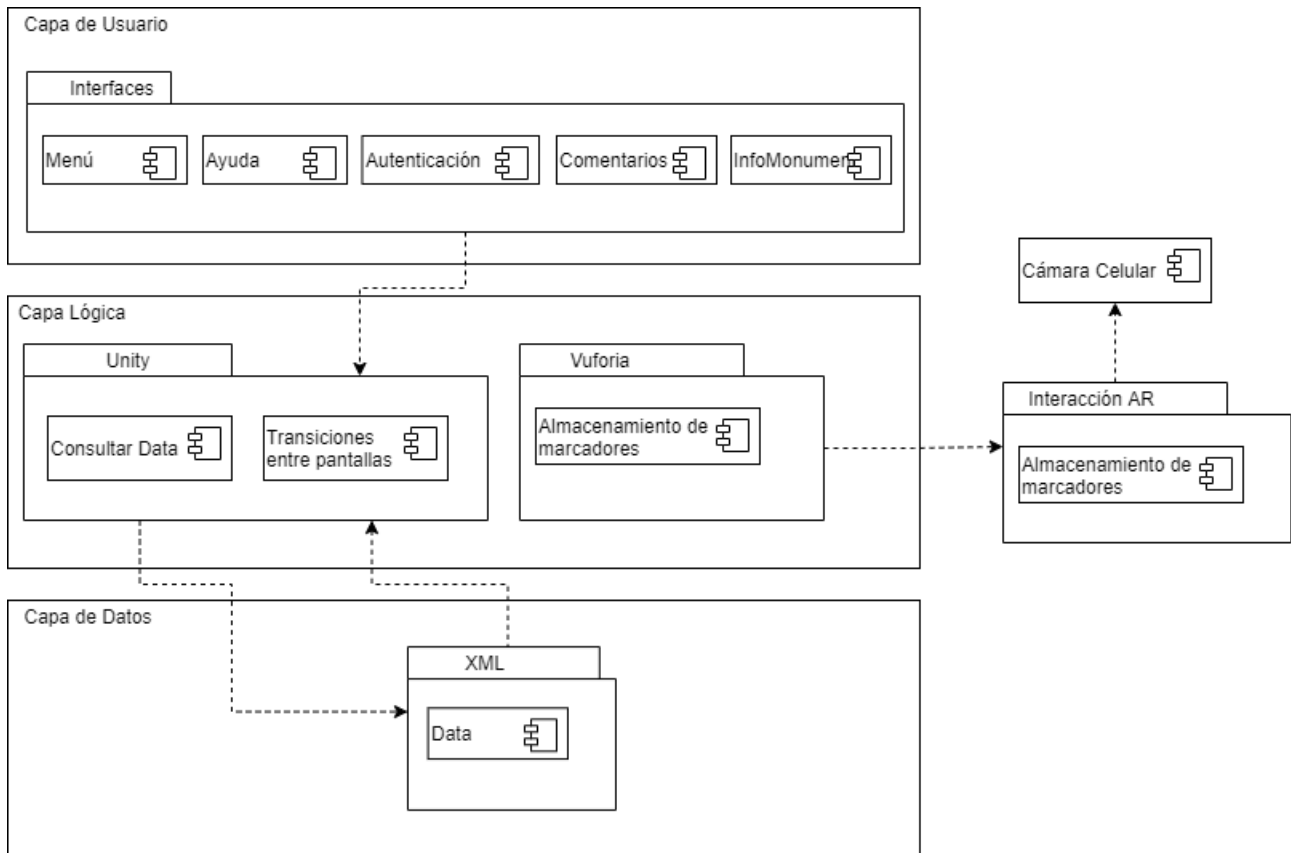


Figura 4.2: Arquitectura del prototipo

4.1.3. Diagrama de flujo

En el diagrama de flujo que se muestra en la figura 4.3 se pueden visualizar los diferentes caminos que puede tomar el usuario para utilizar de forma correcta el prototipo. Una vez el usuario inicie el prototipo debe autenticarse o identificarse, realizado esto se desplegará el menú principal, en el cual podrá decidir si explorar o ir a las opciones. Si el usuario se decide por la opción de explorar podrá elegir el monumento con el que desee interactuar, es en este momento en el que se activa la cámara del celular y con la ayuda del usuario se escanean los marcadores asignados y posteriormente se desplegará el modelo del monumento en 3D por medio que AR, es en esta pantalla donde el usuario puede interactuar con el monumento y dejar un comentario sobre su visita o leer los de usuarios anteriores, es en este punto de la interacción en el que

el usuario hace uso y se ve beneficiado del componente de DT implementado en el prototipo. Por otra parte, si el usuario escoge opciones, podrá ver su perfil y modificar la información que utilizó para registrarse.

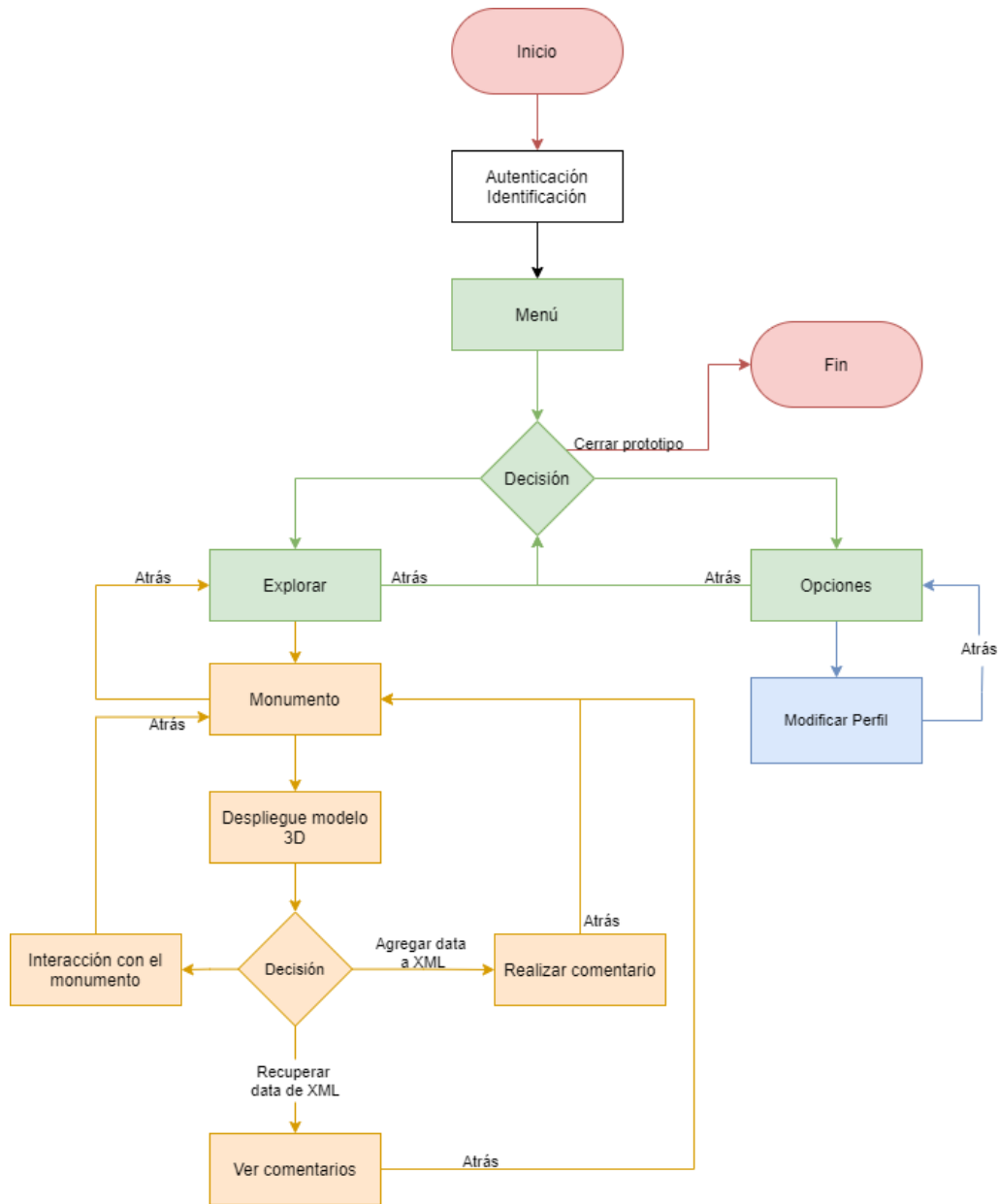


Figura 4.3: Diagrama de flujo del prototipo

4.1.4. Diagrama de secuencia

En este apartado se encuentra el funcionamiento interno del prototipo representado mediante diagramas de secuencia. Estos diagramas dan a conocer la forma en que los procesos que conforman el prototipo se ejecutan.

Para que el usuario pueda iniciar con la secuencia de tareas de cualquiera de las dos actividades principales, es necesario que el consumidor de la aplicación haya iniciado sesión, una vez esto se haya hecho podrá acceder al menú principal, el cual es creado por Unity. En este menú el usuario podrá elegir entre “Explorar” y “Opciones”, las cuales son las actividades principales del prototipo.

Para la secuencia de tareas de la actividad “Explorar”, el usuario elige el monumento con el que desea interactuar y en este momento se despliega la cámara del dispositivo móvil, lo cual hace posible que Vuforia lea el marcador correspondiente al monumento con el cual se desea tener la interacción, esto permite que se realice el despliegue del modelo 3D asociado con el monumento.

En esta pantalla de “Explorar” en la que el usuario encuentra cuatro botones: Información, sonido, ver comentarios o realizar comentario. El primero desplegará en la pantalla la información sobre el monumento, el siguiente reproducirá un audio con la información del monumento, el tercero, permitirá al usuario ver los comentarios que han realizado otros visitantes del monumento, para esto, se lee el archivo XML de comentarios y estos son mostrados en la pantalla para el usuario; por último, está el botón de realizar comentario, es aquí donde el usuario puede dejar la experiencia de su visita, para esto, se hace una escritura en el archivo XML. Esto se puede visualizar en la figura 4.4. Cabe resaltar que es en los dos últimos botones en mención en los cuales el usuario hace uso del componente de DT, esto debido a que cuando se realiza un comentario el prototipo captura la información y se alimenta de esta para posteriormente mostrarla cuando se hace uso del último botón en mención.

Por otra parte, se encuentra la secuencia de tareas de “Opciones”, aquí el usuario tiene tres botones para interactuar: Términos y Condiciones, Créditos y Perfil. Los dos primeros son informativos para el usuario, por otra parte, en Perfil, el usuario ve la información que fue utilizada para su registro en el prototipo, esto mediante lectura al archivo XML de usuarios, por otra parte, también puede modificar su información, para este escenario, se actualiza la información en el archivo XML. Esto se puede visualizar en la figura 4.5.

Para finalizar, cabe resaltar que para las funciones mencionadas anteriormente se encuentra presente en la pantalla la tarea de “Ayuda”, la cual le brinda al usuario instrucciones sobre el uso del prototipo y manejo de la realidad aumentada.

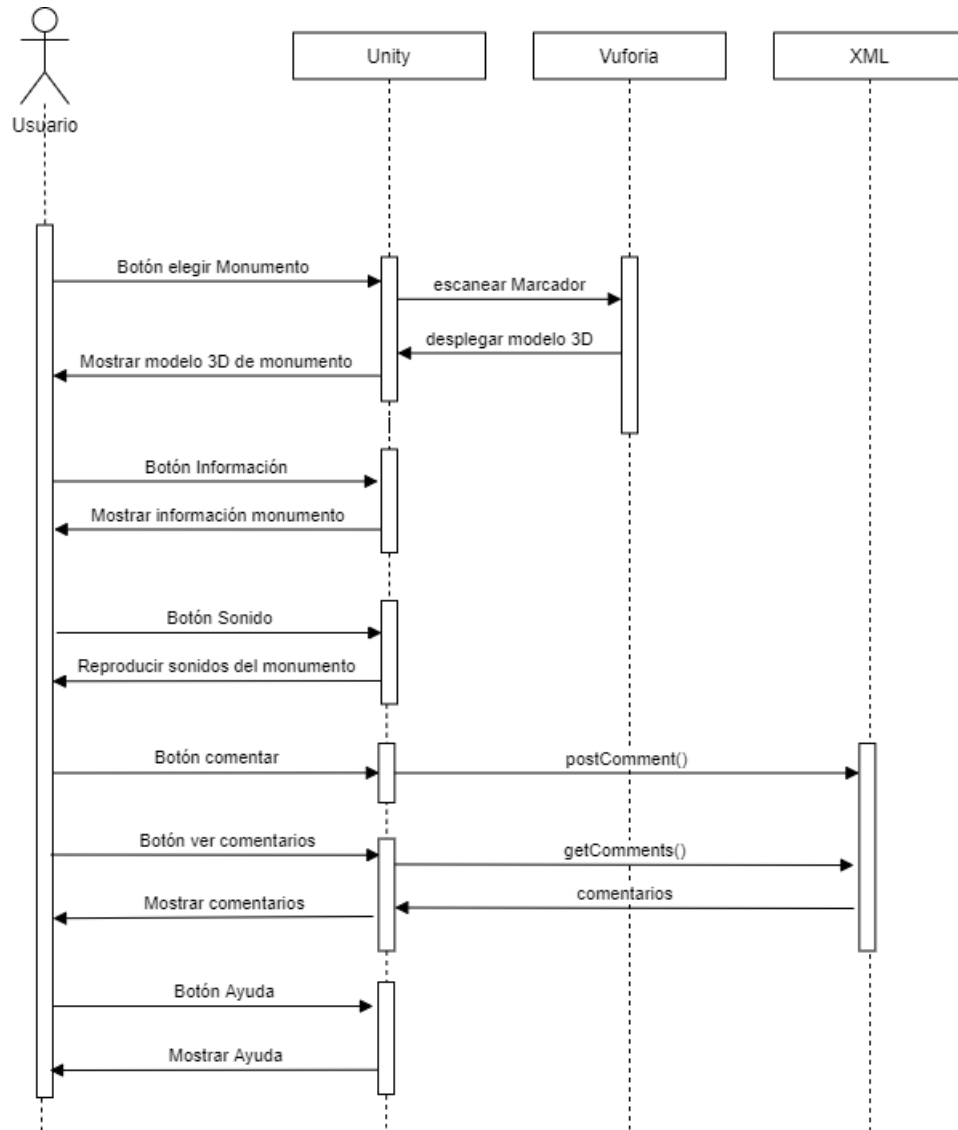


Figura 4.4: Diagrama de secuencia botón Explorar

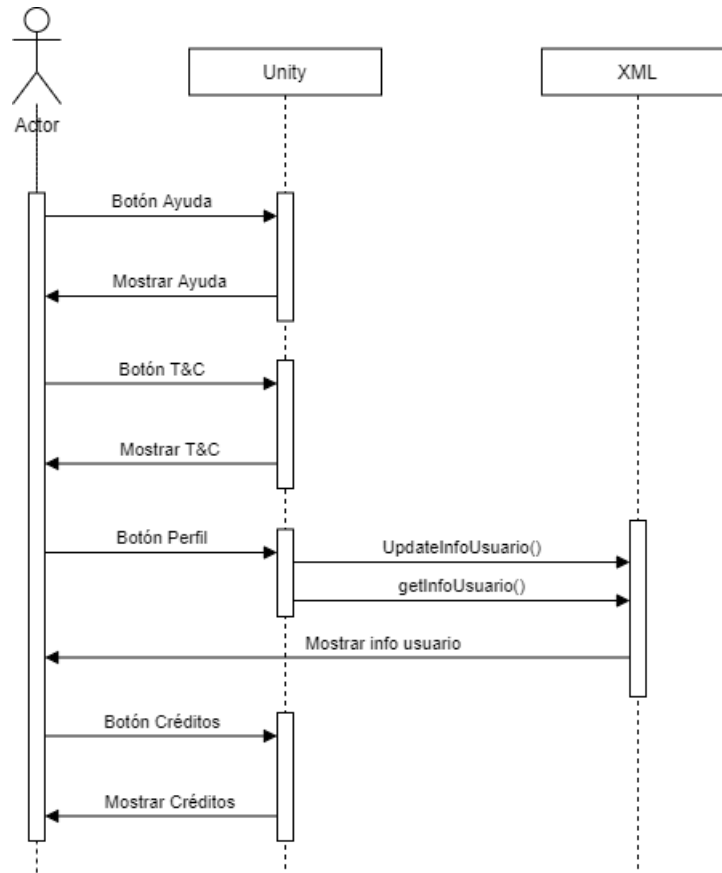


Figura 4.5: Diagrama de secuencia de botón Opciones

4.2. Modelo de datos

En esta sección se presenta el modelo de datos implementado para el prototipo, el cual consta de dos frentes importantes: Usuarios y Comentarios. Como se evidencia en las figuras 4.6 y 4.7, este modelo es relativamente pequeño, lo cual permite que no se almacene información que no es necesaria para el funcionamiento de este.

Cabe resaltar que es en el archivo XML que almacena la información de comentarios, en el que se guarda y se lee toda la información que es ingresada por el usuario relacionada con su visita, así como el contador de visitas que lleva el monumento, el cuál se actualiza cuando un visitante deja un comentario sobre su visita, esto posteriormente es capturado por el prototipo para que se encuentre continuamente actualizado y se mantenga la integridad de la metodología del Digital Twin para el procesamiento de los datos individuales de cada monumento y lo que se almacena en el archivo, sea utilizado por otros consumidores del prototipo.

4.2.1. XML

Los archivos XML (Extensible Markup Language), proporcionan un estándar para intercambiar datos entre diferentes aplicaciones. En su mayoría se asocian con aplicaciones web ya que el contenido del archivo es texto y hace más manejable el paso de archivos entre protocolos de internet. Por otra parte, para el manejo de datos, esta permite estructurarlos de forma sencilla mediante el uso de las etiquetas, razón por la cual estos datos son bien definidos y dan paso a destino una base de datos [24].

```
<comments>
  <CRey>
    <visits>
      <counter></counter>
    </visits>
    <comment id = 1>
      <body></body>
      <emotion></emotion>
      <mTransport></mTransport>
    </comment>
  </CRey>
  <Gatos>
    <visits>
      <counter></counter>
    </visits>
    <comment id = 1>
      <body></body>
      <emotion></emotion>
      <mTransport></mTransport>
    </comment>
  </Gatos>
</comments>
```

Figura 4.6: Estructura archivo XML para Comentarios.

```
<users>
  <profile id = 1>
    <email>prueba@gmail.com</email>
    <name>Prueba Uno</name>
    <genre>Male</genre>
    <age>24</age>
    <user>prueba1</user>
    <password>123456</password>
  </profile>
</users>
```

Figura 4.7: Estructura archivo XML para Usuarios.

4.3. Selección método de Interacción

Para el prototipo actual el método de interacción elegido como el que va más acorde con el desarrollo del proyecto se da haciendo uso de AR. Este se adecúa al espacio abierto en el que se encuentran los monumentos que abarca este proyecto, sin hacer a un lado la interacción presencial que se logra cuando se visita el lugar, lo que se busca con esta interacción es potenciar la visita a los monumentos que hacen parte del turismo cultural de la ciudad de una forma más interactiva.

Para el desarrollo de este proyecto se descarta la posibilidad del uso de VR, esto debido a

que aísla al usuario del mundo real y la intención de este prototipo es despertar en el usuario el interés por salir a descubrir qué le ofrece la ciudad en cuanto a turismo cultural. De igual forma, al no utilizar VR se logra que este prototipo pueda llegar a más usuarios ya que sólo necesitan de su dispositivo móvil. Por otra parte, al utilizar AR se reducen los costos de implementación.

4.4. Diseño de Interfaz y Usabilidad

Para obtener el resultado final del diseño de la interfaz se tomaron en cuenta los puntos validados con el grupo de Campus Nova, en los cuales se tomó en cuenta que está fuera sencilla de entender para el usuario y que este tuviera que realizar el menor esfuerzo para lograr interactuar con las funcionalidades que se le ofrecen, por otra parte, se tuvo en cuenta que el diseño no estuviera muy cargado de iconos o botones que no le dieran un valor agregado al objetivo principal del prototipo. En este punto, se desarrollaron mockups, los cuales ayudaron con la distribución de botones, cantidad de pantallas y flujo entre estas. Algunos de los mockups diseñados se pueden ver en las figuras 4.8 a la 4.12.



Figura 4.8: Mockup Inicio de Sesión



Figura 4.9: Mockup Menú Inicio

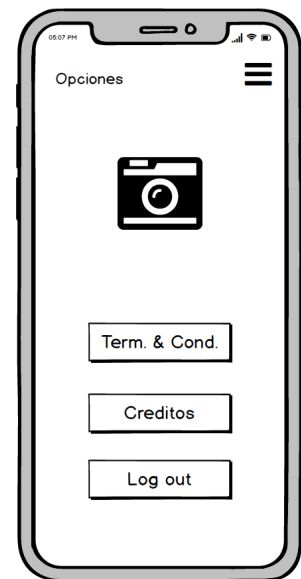


Figura 4.10: Mockup Opciones



Figura 4.11: Mockup Comentarios



Figura 4.12: Mockup Monumento en AR

Finalmente, en el momento de acoplar el diseño se tuvieron en cuenta las heurísticas de Nielsen [25], las cuales aportaron un poco más de precisión para obtener como resultado final un prototipo que no tenga problemas de usabilidad para el usuario. Frente a esto, se tuvieron en cuenta los siguientes principios:

- Coincidencia del sistema con el mundo real: Esto se puede evidenciar en los iconos utilizados en la aplicación, ya que estos representan elementos del mundo real.
- Consistencia y estándares: a lo largo del prototipo se utilizan botones claros que le indican al usuario la acción que puede realizar, adicionalmente, estos guardan la misma forma y colores para que evitar que el usuario se pueda confundir.
- Minimizar la carga de memoria del usuario: los iconos utilizados para "Menú", "Ayuda", "reproducir sonido", "Atrás" y "Ver información" son los iconos que comúnmente se utilizan, evitando así que el usuario pueda confundirse cuando desee utilizarlos.
- Estética y diseño minimalista: esto se puede evidenciar a lo largo de las pantallas del prototipo, ya que se cuenta con una cantidad de elementos mínimos para que el usuario centre su atención en las funcionalidades principales que se le ofrecen. Asimismo, estos iconos y botones utilizados cuentan con un diseño sencillo.
- Ayuda y documentación: el prototipo cuenta con instrucciones sobre el uso del prototipo, especialmente de el uso de AR.
- Libertad y control para el usuario: EL usuario goza de libertad y autonomía para desplazarse por las diferentes pantallas.
- Flexibilidad y eficiencia de uso: Esto se evidencia en las pruebas de la aplicación.

Implementación

5.1. Descripción General

Para llevar a cabo la implementación del proyecto se hizo uso de tecnologías de Realidad Aumentada las cuales proporcionan un alcance de mayor amplitud y una experiencia de usuario más completa dentro de su dispositivo móvil; la aplicación móvil tiene una interfaz gráfica de fácil manejo y entendimiento que le permite al usuario navegar a través de las opciones sin problema y utilizar las distintas funciones a su disposición. En el presente capítulo se dará la descripción detallada sobre la interfaz gráfica y que herramientas adicionales fueron utilizadas durante el proceso de desarrollo.

5.2. Interfaz gráfica

Para la interfaz gráfica de la aplicación se utilizaron varias herramientas que permitieron desarrollar y estructurar un diseño bastante fácil de entender y manejar por parte del usuario, de modo que se sintiera a gusto con la aplicación. Esto se consiguió a través del uso de una paleta de colores en tonalidades principalmente pasteles que fueran agradables visualmente y no saturaran de información cada una de las secciones de la aplicación; el diseño de los botones se mantuvo dentro del minimalismo y uso de similitudes a iconos comúnmente usados y estandarizados para aplicaciones móviles y/o videojuegos para poder hacer de la navegación un proceso bastante simple; los elementos en 3D fueron modelados bajo el análisis de imágenes de los monumentos reales de modo que se mantuvieran un alto porcentaje de similitud. Se muestran las capturas de pantalla de la interfaz presentada al usuario final desde la figura 5.1 hasta la figura 5.10



Figura 5.1: Inicio de sesión de Usuario



Figura 5.2: Ventana Inicial de la aplicación

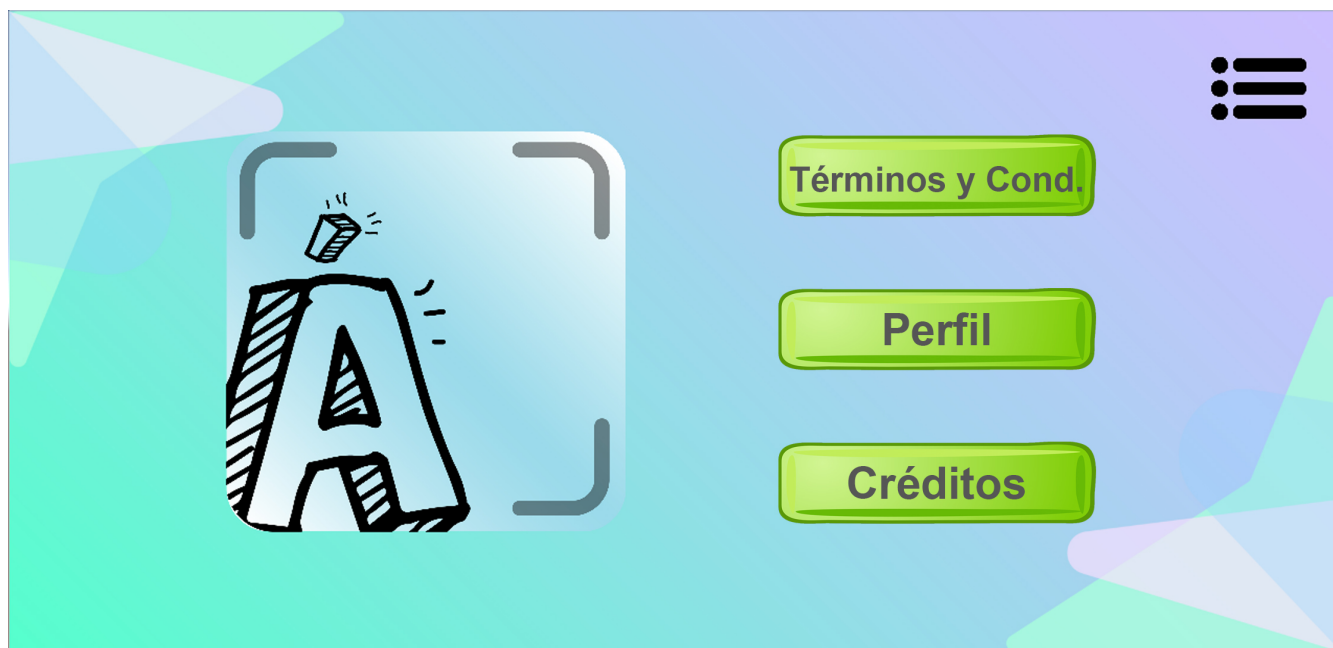


Figura 5.3: Menú de opciones



Figura 5.4: Ventana de datos del perfil del Usuario



Figura 5.5: Menú de exploración de los monumentos



Figura 5.6: Ventana de créditos



Figura 5.7: Ventana de ayuda en navegación



Figura 5.8: Menú de creación de comentario



Figura 5.9: Menú de navegación con AR en el primer monumento y su modelo 3D visualizado



Figura 5.10: Menú de navegación con AR en el segundo monumento y su modelo 3D visualizado

5.3. Herramientas Adicionales

La implementación de la aplicación se llevó a cabo en varias secciones que involucraron diseño y calidad para brindarle una mejor experiencia al usuario, así como también funcionalidad y simplicidad de manejo de modo que se pudieran manejar más eficientemente los datos proporcionados por el usuario así como también la información usada para controlar el ambiente y lo expuesto en el manejo de la Realidad Aumentada, por lo que se requirió usar varias herramientas descritas a continuación.

5.3.1. Adobe Photoshop y Adobe Illustrator

Para el diseño de la interfaz de usuario se hizo uso de estas dos herramientas pues con los conocimientos en diseño y teoría del color se logró plasmar la esencia de colores que representan a la ciudad de Cali en una paleta de tonalidades pastel, suavizando visualmente la información procesada por el usuario pudiendo así centrar la atención del usuario en lo fundamental que es el funcionamiento de nuestra aplicación y por lo tanto en el disfrute y ampliación de conocimiento sobre el monumento que se esté visitando en la ciudad; los colores desaturados y gran presencia de azules y verdes permiten darle un carácter más turístico a la ciudad, presentando en su total tonalidad los colores de los monumentos en su versión 3D y también para dar más sentido al flujo de las ventanas y menús se manejó una escala de grises que diera énfasis a estos elementos sin desorientar el protagonismo del contenido principal en el que esté situado el usuario.

5.3.2. Blender

Se pudo aplicar el concepto de Digital Twin con el uso de este programa para el modelamiento 3D de los monumentos destacados en el proyecto. a través de este programa se logró usar diferentes niveles de abstracción y con base en fotografías y vídeos de los monumentos reales se pudo recrear con suficiente exactitud detalles relevantes lo cual hace de los modelos una manifestación virtual de las características de los monumentos y mantener su diseño actualizado gracias a nuestro almacenamiento de información para posibles futuros cambios en diseño si los monumentos se ven modificados de cualquier forma.

5.3.3. Vuforia

Este kit de desarrollo de desarrollo de software de Realidad Aumentada para dispositivos móviles permitió rastrear y reconocer imágenes denominadas '*marcadores*' los cuales fueron elegidos y creados para cada monumento que se iba a representar en la aplicación, de modo que con el kit de desarrollo se tuvo una base de datos específica para los marcadores que sirve para cualquier modelo 3D asociado a los mismos.

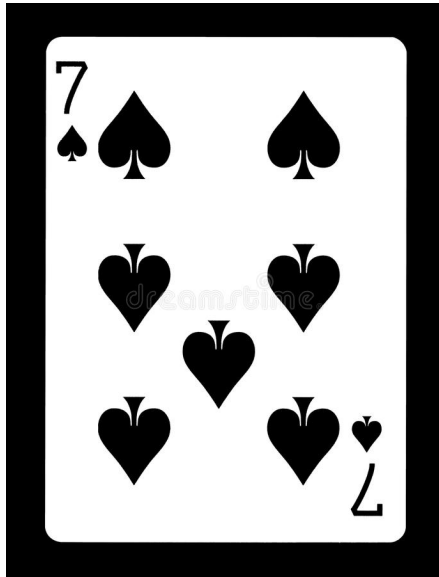


Figura 5.11: Marcador utilizado durante la etapa de pruebas.

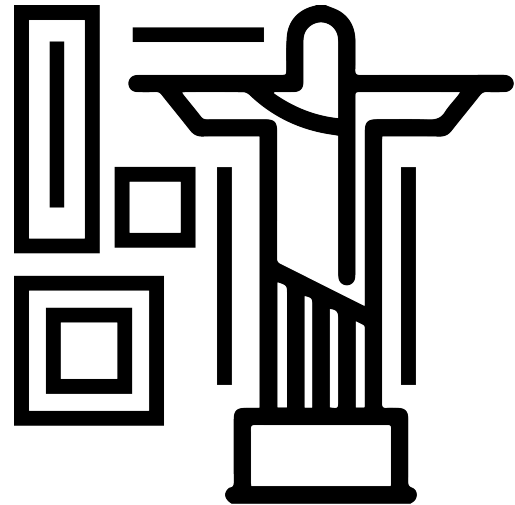


Figura 5.12: Ejemplo de marcador final utilizado en uno de los monumentos.

5.3.4. Firebase y XML

La información recopilada del usuario y su interacción con la aplicación (Información básica de perfil, Comentarios generados, Número de visitas, entre otros) se manejó a través de un almacenamiento de datos. Éste en un principio iba tener lugar en el sistema base de datos no relacional llamado Firebase, pero debido a grandes problemas de versionamientos del programa, éste presenta problemas de compatibilidad con el kit de desarrollo Vuforia y las versiones más recientes de Unity, lo cual limitaba en gran medida el funcionamiento de la aplicación y generaba obstrucciones no deseadas que impedían el desarrollo de pruebas; finalmente se toma la decisión de manejar la base de datos en formato XML para evitar los ya mencionados problemas de compatibilidad.

5.3.5. Unity

Los diseños elaborados con las herramientas mencionadas se implementaron a través de este motor de videojuegos, en el que se hizo la integración de todos los elementos para una integridad en el funcionamiento y organización de ventanas, scripts de código fuente y detección y visualización de los monumentos en 3D detectados con los marcadores. Unity permitió hacer un proceso de pruebas más dinámico entre simulaciones virtuales de nuestra aplicación hasta la implementación de dispositivos móviles reales para así monitorear su funcionamiento, velocidad de respuesta y correctitud de entrega de información; finalmente se genera una aplicación

en formato APK para poder ser instalada en cualquier dispositivo móvil de sistema operativo Android.

5.3.6. Repositorio Git

Gracias a este manejador de versiones se pudo tener siempre a la mano nuestro proyecto para cambios inminentes que tuviéramos que hacer o volver a una versión anterior debido a algún error de funcionamiento o recomendaciones durante la etapa de pruebas por parte de los usuarios. Con la herramienta Git LFS se logró la carga en el repositorio de los archivos mas pesados como imágenes de alta resolución, logotipos y los modelos 3D de cada monumento.

5.4. Técnica Implementada

Para poder brindarle al usuario una mejor experiencia de visita a un monumento turístico de la ciudad de Cali, es necesario que se le exponga a información relevante acerca del monumento y por lo tanto contextualizarlo en la historia y características destacables que representan al monumento; las formas tradicionales de paneles con extensas descripciones en texto hacen que el turista pase desapercibidos muchos detalles que pueden ser muy relevantes a la hora de tratar de analizar una obra o monumento, es por eso que con la aplicación se buscó que el usuario centre su total atención en el monumento visitado y complemente su visita con información disponible no solo de la forma tradicional en texto sino también en audio y pueda tener una inmersión en el conocimiento de lo que está observando, además de poder visualizar desde todos los ángulos posibles el monumento (sin importar tamaño, peso o forma) gracias al modelo 3D que tendrá disponible en la palma de su mano.

Por lo tanto se busca que el usuario aproveche en su totalidad su visita al monumento, sin distracciones que desconcentren su atención, de modo que la aplicación sea una oportunidad de ampliar el conocimiento para que su uso sea espontáneo, según la localidad del marcador cerca a la ubicación del monumento, de modo que nunca se pierda el objetivo principal de la visitar por parte del turista. El Digital Twin aplicado en los modelos asegura que el usuario pueda observar desde diferentes ángulos en el entorno virtual y de una manera mas personal cada monumento así pudiendo detallar cada una de las características fundamentales del monumento real en el modelo en tres dimensiones a través de la realidad aumentada.

5.5. Selección y Desarrollo de Marcadores

Gracias a la herramienta de Vuforia esta permite utilizar cualquier tipo de imagen como un marcador de detección para visualización de un objeto en 3D mediante el uso de la Realidad Aumentada; para funcionalidad de la aplicación se utilizaron durante la etapa inicial de pruebas imágenes genéricas de un juego de cartas estándar de modo que fuera un objeto de fácil acceso en casa y poder pre-visualizar el posicionamiento del modelo 3D de los monumentos sobre

el mundo real y establecer las dimensiones correctas de visualización; estas primeras imágenes utilizadas nos permitieron identificar que el uso de patrones repetitivos facilita la detección del marcador por parte de la aplicación, además de tener imágenes de alto contraste y saturación, principalmente en escala de grises.

Vuforia a través de su página web, permite subir imágenes personalizadas como marcadores y *evalúa* dichas imágenes para determinar si funcionarían correctamente como un marcador en cualquier aplicación; debido a esto y las características principales que se lograron identificar que debe tener un marcador para una correcta visualización de un modelo en 3D, se decidió crear marcadores propios y característicos a cada monumento de modo que se tuviera un alcance más personalizado para la aplicación sin perder la funcionalidad.

5.6. Desafíos Técnicos

La aplicación se genera a través de Unity en un formato APK específico de dispositivos con sistema operativo Android, es decir, que no tiene funcionalidad en un dispositivo móvil de diferente SO, esto debido a que aunque Unity permite generar una aplicación para dispositivos Apple pero las restricciones de pruebas usando otros programas externos, limitan pruebas y test con el usuario directamente y su interacción y experiencia con la aplicación, por lo tanto fue necesario limitarse a los dispositivos Android, que de todas maneras mundialmente alrededor del 72% hace uso de este sistema operativo.

El hardware cumple una gran funcionalidad dentro del funcionamiento y fluidez de nuestra aplicación limitando el procesamiento de imágenes y elementos en tres dimensiones en dispositivos con carencia de suficiente capacidad de hardware; la aplicación por lo tanto tendrá un mejor y más óptimo rendimiento en dispositivos móviles más actualizados tecnológicamente.

Para poder darle el sentido al uso del concepto del Digital Twin fue indispensable el nivel de detalle en nuestros modelos, no solo en forma sino también en la paleta de colores de cada uno, por lo que fue una de las etapas de desarrollo que más llevo tiempo y dedicación para asegurarse que las dimensiones, curvas, inclinación y forma fueran lo más cercanas al monumento real.

Como fue mencionado con anterioridad, el formato de control de la base de datos con Firebase era ideal para un manejo rápido de la información de los usuarios y la aplicación en general, pero este tuvo soporte y compatibilidad total con versiones muy anteriores de Unity y el kit de desarrollo Vuforia; estos dos últimos han tenido completa compatibilidad con todas sus actualizaciones y versiones, por lo tanto su funcionamiento es completo y correcto en todos los sentidos, mientras que Firebase presentó un obstáculo insoluble en su compatibilidad que generaba errores constantes y perjudicaba el proyecto, por lo tanto se descartó como uso para el manejo de datos de la aplicación.

Pruebas

A continuación se dará muestra de la metodología y los resultados asociados a las pruebas realizadas de la aplicación con una población seleccionada de estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, más específicamente de las carreras de Administración de Empresas, Diseño de la Comunicación Visual, Ingeniería de Sistemas y Ciencias de la Computación e Ingeniería Electrónica, así como también de terceros que voluntariamente decidieron hacer parte del proceso de pruebas y dar su postura frente a la al atractivo visual, utilidad, accesibilidad, intuitividad y desempeño técnico. Gracias a estas pruebas realizadas con usuarios reales se tiene una retroalimentación amplia y completa que permitió identificar problemas técnicos y de diseño, para darle una mejor experiencia final al usuario.

6.1. Metodología de prueba

Para la realización de pruebas y evaluación del rendimiento de la aplicación se tienen dos etapas grandes las cuales se caracterizan por ser la primera asignada a los desarrolladores de la aplicación y la segunda a los usuarios voluntarios que quisieron hacer parte de la experiencia. En estas etapas se pusieron a prueba todas las características principales y esenciales de nuestra aplicación y su total funcionamiento en un dispositivo móvil con las características básicas o necesarias por la aplicación.

6.1.1. Pruebas de Desarrolladores

Desde la posición como desarrolladores de la aplicación se realizaron pruebas a lo largo de todo el desarrollo del proyecto, evaluando cambios y modificaciones pequeñas que se iban generando para asegurar que la aplicación no tuviera ningún tipo de error en la etapa de pruebas con usuarios y por ende también en la entrega final del proyecto.

Aunque la mayoría de pruebas se hicieron dentro del motor de juegos de Unity, el cual permitía un despliegue de un entorno emulado de un dispositivo móvil con características estándares, también se realizaron pruebas en un total de 4 dispositivos diferentes a los ordenadores de trabajo, es decir en cuatro dispositivos móviles diferentes, realizando la correspondiente instalación de la APK generada. Con la herramienta de Unity se podía monitorear y hacer cambios pequeños de manera más inmediata en la aplicación pero se perdía la inmersividad del manejo de la aplicación desde el dispositivo móvil en un entorno real; de igual forma en ambas formas

de abordar las pruebas era necesario el uso de una cámara web en el ordenador o la cámara integrada al celular para identificar los marcadores y evaluar la distribución de elementos en 3D a través de la Realidad Aumentada.

Para ver de forma más detallada sobre los casos de pruebas utilizados para estas pruebas, diríjase a la sección de Anexos pruebas desarrolladores, del apéndice B.

6.1.2. Pruebas de Usuarios

Los usuarios participantes del proceso de pruebas en su mayoría hacían parte de la comunidad de la Pontificia Universidad Javeriana Cali por lo que fue fácil tener contacto con ellos, mientras que con los terceros tuvo que concretarse reuniones virtuales para contextualizarlos con el proyecto; debido a la emergencia sanitaria que se presenta durante el desarrollo del proyecto fue estrictamente necesaria la retroalimentación a distancia a través de vídeo llamadas en donde comentarán su opinión dentro del margen de los tópicos principales a evaluar de la aplicación, por lo cual, como se vio restringida también la visita física a los monumentos fue necesario entregarle a cada usuario una copia de los marcadores a escanear para que pudiera tener una experiencia completa. Tuvieron la oportunidad de utilizar sus dispositivos móviles personales en los cuales hicieron la respectiva instalación de la APK de nuestra aplicación y cada uno dio su veredicto final descritos individualmente en los siguientes cuadros, destacando los aspectos a evaluar ya mencionados al principio del presente capítulo; se mantiene la confidencialidad de la identidad de los usuarios a petición propia de cada uno y se referencia a cada uno de ello por numero asignado y su correspondiente edad.

Usuario	Estudiante de Ingeniería de Sistemas – Edad: 23 años
Atractivo visual	El estudiante comenta que el prototipo tiene un diseño sencillo y agradable porque no está cargado de diseños.
Utilidad	El estudiante comenta que la parte más útil del prototipo la encontró en que puede visualizar el medio de transporte en el que han llegado otro usuario y de esta forma puede planear su visita.
Accesibilidad e Intuitividad	El estudiante comenta que gracias a que el prototipo no está cargado de opciones puede navegar fácilmente entre las opciones que brinda. Agrega que el botón de ayuda presente en todas las pantallas es de gran ayuda.
Desempeño técnico	El estudiante manifiesta que la aplicación responde de forma rápida y no evidencia inconveniente a la hora de leer el marcador para visualizar los monumentos en 3D.

Cuadro 6.1: Aspectos destacados - Usuario 1

Usuario	Estudiante de Ingeniería de Sistemas – Edad: 22 años
Atractivo visual	El estudiante manifiesta que el diseño del prototipo es agradable, pero se podría orientar más a la temática de la aplicación.
Utilidad	El usuario indica que ha visitado los monumentos anteriormente y no conocía sobre la historia de Cristo Rey, lo cual considera un punto a favor. Por otra parte, indica que reproducir el sonido no es tan atractivo, ya que si el escenario fuera utilizando la aplicación el monumento físico, este no escucharía.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario indica que esperaba encontrar en el apartado de “Opciones” configuraciones para la aplicación.
Desempeño técnico	Manifiesta que el sonido que se reproduce con el monumento se reproduce un poco a destiempo y hace sentir que la aplicación va un poco más lenta.

Cuadro 6.2: Comentarios sobre prototipo - Usuario 2

Usuario	Estudiante de Diseño de la Comunicación Visual – Edad: 22 años
Atractivo visual	La estudiante indica que el diseño utilizado es muy sencillo y se podría hacer más llamativo y orientado a la temática del turismo en Cali.
Utilidad	El usuario indica que el consolidado de información del monumento es interesante y útil.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario no tuvo inconvenientes con el flujo de la aplicación, pudo utilizar todas las funcionalidades ofrecidas.
Desempeño técnico	Manifiesta que el tiempo de respuesta de la aplicación está bien y no presentó fallas mientras la utilizaba.

Cuadro 6.3: Comentarios sobre prototipo - Usuario 3

Usuario	Estudiante de Administración de Empresas – Edad: 24 años
Atractivo visual	El usuario comenta que es una aplicación con un diseño sencillo y agradable.
Utilidad	El estudiante manifiesta que, aunque encuentra interesante la aplicación y las funciones que ofrece se podría agregar una calificación global del monumento que se alimente por los usuarios y esta se pueda ver en la pantalla principal del monumento.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario indica que es fácil de utilizar, pero se podrían cambiar los nombres de los botones de “explorar” y “opciones” por unos que describan más las funcionalidades que ahí se encuentran..
Desempeño técnico	El usuario no tuvo inconvenientes tanto con el funcionamiento del prototipo, como con la lectura de los marcadores.

Cuadro 6.4: Comentarios sobre prototipo - Usuario 4

Usuario	Externo a la universidad, Médico – Edad: 76 años
Atractivo visual	El usuario indica que los colores utilizados son sobrios y hace que sea llamativa, destaca la forma que tienen los botones.
Utilidad	El usuario indica que le parece interesante la sección de comentarios y sugirió un contacto más directo con las personas que los habían dejado. Además, que hace más interesante la visita al monumento porque de cierta forma se puede interactuar con él y conocer un poco sobre la historia, que es algo que normalmente en este tipo de visitas no se hace.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario requirió de ayuda para entender el flujo de la aplicación y sugirió que al iniciar la aplicación se pueda encontrar un tutorial sobre el uso de esta.
Desempeño técnico	No tuvo inconvenientes con el funcionamiento del prototipo. La lectura de los marcadores funcionó bien, pero los monumentos se demoraron un poco en cargar por el dispositivo.

Cuadro 6.5: Comentarios sobre prototipo - Usuario 5

Usuario	Externo a la universidad – Edad: 58 años
Atractivo visual	El usuario considera que el diseño del prototipo es sencillo y agradable, como sugerencia indica que se pudieron utilizar los colores de la bandera de Cali y aumentar el tamaño de letra.
Utilidad	El usuario considera que la parte que más le agradó de la aplicación es que puede ver el medio de transporte que utilizaron otros usuarios, ya que esto le es de gran ayuda a personas que no son de la ciudad.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario indica que el botón de menú no le es del todo claro y se le dificulta utilizarlo cuando se encuentra en la sección de opciones del prototipo. El usuario requirió de ayuda para leer el marcador.
Desempeño técnico	Indica que el prototipo no presentó ningún fallo a la hora de navegar en esta.

Cuadro 6.6: Comentarios sobre prototipo - Usuario 6

Usuario	Externo a la universidad – Edad: 27 años
Atractivo visual	El usuario indica que, en cuanto a la información mostrada sobre el monumento, el tamaño de letra podría ser más grande y el color podría ser diferente para que el usuario no haga mayor esfuerzo visual.
Utilidad	El usuario indica que la información que brinda la aplicación en cuanto a los comentarios, emociones y medio de transporte la encuentra muy útil para una persona que no sea de la ciudad, ya que esta información no se encuentra consolidada de esta forma en una página web normal de turismo.
Accesibilidad e Intuitividad	El usuario indica que es fácil utilizarla, considera que el botón de ayuda es útil para quienes no tienen mucha experiencia con el manejo de aplicaciones.
Desempeño técnico	Indica que no tuvo fallos con el funcionamiento del prototipo.

Cuadro 6.7: Comentarios sobre prototipo - Usuario 7

6.2. Análisis de Resultados

Como se usaron dos estrategias diferentes de acercamiento a las pruebas de nuestra aplicación, se pudo ver y analizar con claridad los resultados obtenidos individualmente en cada proceso. En la etapa de pruebas del desarrollador se pudo solventar dificultades del desarrollo que involucraban diseño o despliegue de información; estas soluciones permitieron que la in-

terfaz gráfica fuera mas apetecible a la vista y dentro del minimalismo de funciones e iconos mantuviera la funcionalidad y flujo en la navegación. Por otro lado, en la etapa de pruebas de usuario pudimos perfeccionar los detalles de los modelos 3D para cumplir con la funcionalidad de un Digital Twin así como también mejorar otros detalles pequeños de fuentes.

Gracias a la retroalimentación de los usuarios se pudo identificar que la aplicación recibió en su mayoría criticas muy positivas siendo fácil de usar, bastante intuitiva y su rendimiento era mayoritariamente suave y rápido en los diferentes dispositivos móviles utilizados en las pruebas. los mockups iniciales trataron de mantenerse casi hasta el resultado final, pero con las opiniones recibidas, se llegó a un diseño de navegación mucho mas simple y un uso de botones que fueran similares a otras aplicaciones móviles de videojuegos o redes sociales para dar un sentido de familiarización con la interfaz y que fuera fácil de entender. También, el logo y nombre de la aplicación hizo despertar el interés por parte de los usuarios para su uso ya que se mantiene el sentido de ser una aplicación que hace uso de la Realidad Aumentada para exponer un Digital Twin de un monumento real y su nombre *MirÁPP* hace alusión al hecho de visualizar algo a través de un programa hecho para un dispositivo móvil.

Conclusiones y trabajos futuros

En el presente capítulo se plantean las conclusiones del proyecto y propuestas a tener en cuenta para dar continuidad al desarrollo de la aplicación y que esta pueda en un futuro posicionarse como la aplicación principal para turismo cultural en la ciudad de Cali.

7.1. Conclusiones

Para el presente trabajo de grado se planteó como reto principal desarrollar el prototipo de una aplicación en la cual se integra AR y DT de forma eficiente para lograr como resultado final un prototipo funcional que contiene la representación de un modelo 3D para dos monumentos de la ciudad, los cuales le brindan al usuario información histórica sobre este y comentarios de diferentes personas que han visitado el monumento anteriormente, logrando así brindarle al usuario una experiencia más interactiva y enriquecedora cuando visite un monumento de la ciudad.

Dicho lo anterior, la forma en la que está diseñado el prototipo funcional integra una arquitectura que utiliza el motor de videojuegos Unity para lograr la parte gráfica e integración de las demás componentes, Vuforia, para el manejo de AR y XML para el manejo de datos. Los componentes mencionados anteriormente dan como resultado un prototipo funcional que según la retroalimentación obtenida en definitiva aporta a lograr visitas más enriquecedoras a la hora de realizar turismo cultural.

Durante la etapa de pruebas se pudo evidenciar que, aunque las condiciones en las que se realizaron las pruebas no fueron las esperadas cuando se planteó inicialmente el prototipo, esto debido a la pandemia por COVID-19, este resultó ser útil, es decir aportaba valor a la visita del usuario o a hacerse una idea de lo que podía encontrar a la hora de planear una visita y además era fácil de utilizar.

En cuanto a la usabilidad de la aplicación, se logró un diseño que fuera fácil de utilizar para el usuario, esto teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el grupo de Campus Nova sin dejar a un lado las heurísticas de usabilidad. Asimismo, la utilidad de esta se logra después de realizar un análisis frente a la oferta que hay en cuanto a aplicaciones ofrecidas para turismo en Colombia, puntualmente para la ciudad de Cali, en las cuales se le brindara al usuario de manera consolidada y fácil de entender las experiencias de otros usuarios que han visitado el

monumento, la historia de este y una forma innovadora de interacción con este.

Por otra parte, gracias a las pruebas se pudo evidenciar que los datos capturados por la aplicación son útiles para los usuarios, ya que les sirven como información adicional a la hora de planear su visita a los monumentos, es decir, que la componente de DT ayuda a mejorar la experiencia en el turismo cultural de la ciudad. Asimismo, la información capturada le puede ser útil no solamente a los usuarios del prototipo, sino a las personas encargadas de velar por los monumentos de la ciudad, ya que gracias a esta información se podrían tomar decisiones de tipo administrativas con respecto al turismo de la ciudad.

7.2. Trabajos futuros

Principalmente, es imprescindible que se realicen visitas de campo en los monumentos para así evaluar el desempeño del prototipo en el espacio para inicialmente se pensó que este se utilizara, asimismo, identificar cuál es el lugar más adecuado para la ubicación de los marcadores.

Partiendo de la retroalimentación obtenida en la etapa de pruebas, se recomienda para trabajo futuros:

- Un tutorial al iniciar la aplicación, el cual explique paso a paso el uso de esta.
- Cambiar el tipo de letra utilizado cuando se despliega la información del monumento, esto para hacer más fácil su lectura.
- Opción de respuesta a un comentario realizado por un usuario.

Aunado a lo anterior, en cuanto a la arquitectura del prototipo, se plantea cambiar el modelo de datos utilizado a un modelo no relacional en tiempo real como lo es Firebase, el cual permitirá que una gran cantidad de usuarios puedan utilizar esta aplicación, asimismo se permitirá que los usuarios puedan identificarse mediante diferentes redes sociales. En cuando al AR, se plantea que para los modelos 3D se implemente el gesto de zoom.

Por otra parte, para hacer más llamativa la aplicación se plantea agregar más monumentos a la aplicación, además de hacer alianzas con diferentes restaurantes, hostales y tiendas locales para que estas tengan una sección en la aplicación en la cual sean promocionadas, recibiendo a cambio ofertas especiales para los usuarios de la aplicación. Adicionalmente, para hacer la aplicación más accesible a todos los usuarios, se plantea desarrollar la aplicación para sistema operativo iOS.

Asimismo, se plantea el adquirir las licencias necesarias para que la aplicación pueda ser publicada en las tiendas de aplicaciones App Store y Play Store, lo cual hace posible la comercialización de la aplicación, teniendo como objetivo principal, dejarla a cargo de la secretaría de turismo de la Ciudad.

Anexos encuesta Turismo Cultural en Cali

A.1. Resultados individuales encuesta sobre turismo cultural en la ciudad de Cali

A.1.1. Estudiante de 21 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Si
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - No
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - N/A
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - N/A
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Si
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?

- Si
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
- 2 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
- No
 - ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
 - ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Visitar y comer en los restaurantes cercanos
 - ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Si

A.1.2. Estudiante de 22 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
- Si
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
- Si
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
- Si
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
- 30min
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
- No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?
- Es una buena ruta para manejar la bicicleta, además tiene una excelente vista
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?

- Si
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
- Si
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
- 30min
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
- No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
- Apreciar las exhibiciones y hacer turismo a su alrededor
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
- Si

A.1.3. Estudiante de 20 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
- Si
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
- Si
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
- Si
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
- Medio día
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
- Si
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?
- Ver el cristo rey, (es la única actividad que conozco)

7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - No
8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - Si
9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - 1 hora
10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - No
11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - Solo conozco caminar por Los Gatos, sin ninguna actividad específica
12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - Si

A.1.4. Estudiante de 23 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - No
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - No
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - No
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - 2 horas
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - No
6. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?**

- No he ido
- 7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - No
- 8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - No
- 9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - 2 horas
- 10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - No
- 11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - No he ido
- 12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - No

A.1.5. Estudiante de 19 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - Sí
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - Sí
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - Sí
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - 15 minutos
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - No

6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Mirador
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 10 minutos
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Ver el rio
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.6. Estudiante de 24 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Si
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Si
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 30 minutos
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?

- Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
- Comer pizza
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
- Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
- Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
- 30 minutos
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
- Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
- Caminar por las gatas
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
- No

A.1.7. Estudiante de 25 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
- Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
- Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
- Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
- 1-2 horas.

5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?
 - Apreciar la vista a la ciudad.
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Realizar el recorrido.
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.8. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?

- 2 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
 6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Mirar el atardecer y ver toda la ciudad
 7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
 8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
 9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
 10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
 11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Caminar y ver los gatos, comer algo cerca
 12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.9. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - No

4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - No se
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Caminar
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.10. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?

- No
- 4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 2 horas
- 5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
- 6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - No conozco
- 7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
- 8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
- 9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 2 horas
- 10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
- 11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - No conozco
- 12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.11. Estudiante de 20 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No

3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - No
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - No he ido aún
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - De 2 a 3 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Ir a restaurantes, tomar fotos y cazar pokemones.
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.12. Estudiante de 20 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?

- No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
- Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
- 2-3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
- Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
- Ver la ciudad , me transmite paz el paisaje que se puede observar
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
- Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
- Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
- 2 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
- Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
- Solo caminar y sentarme delante del Río, me ayuda a despejar la mente y disfrutar más de nuestra ciudad
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
- Sí

A.1.13. Estudiante de 22 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - Sí
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - No
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - Sí
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - 2 o 3 horas
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - No
6. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?**
 - Tomar fotografías porque tiene espacios y escenas muy hermosas
7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - No
8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - Sí
9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - 30 minutos
10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - Sí
11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - Escuchar la historia del gato y sus gatas
12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - Sí

A.1.14. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 1 hora
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Comer en los restaurantes cercanos
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Hablar y comer en los sitios cercanos
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.15. Estudiante de 22 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 2 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Mirar
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Mirar
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.16. Estudiante de 22 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - Sí
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - No
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - Sí
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - Media hora está bien
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - Sí
6. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?**
 - Disfrutar de la vista, porque se ve toda la ciudad
7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - No
8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - Sí
9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - Media hora
10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - No
11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - No
12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - No

A.1.17. Estudiante de 24 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 30 minutos mínimo
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Apreciar la vista
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 10 minutos
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - N/A
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.18. Estudiante de 23 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - Sí
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - No
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - Sí
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - 2 horas y media
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - Sí
6. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?**
 - Comer
7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - Sí
8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - Sí
9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - 20 minutos
10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - Sí
11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - Comer en Ventolini
12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - Sí

A.1.19. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Acostarme a dormir en la montaña, comer mazorca
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 30 minutos
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Comer en mr bros
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.20. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3hrs
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Comer
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - No
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 3hrs
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - No se
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.21. Estudiante de 22 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 4 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Fotografía, porque se tiene una vista de toda la ciudad.
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Ver las gatas, porque todas tienen una intención diferente del artista
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.22. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 2-3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Ver la ciudad, me transmite paz el paisaje que se puede observar
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 2 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Solo caminar y sentarme delante del Río, me ayuda a despejar la mente y disfrutar más de nuestra ciudad
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.23. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 20 minutos
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Escuchar historias del cuentero del lugar.
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Restaurantes de la zona.
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.24. Estudiante de 25 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Admirar la vista que ofrece la ciudad. Caminar al rededor, hacer fotografías.
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 2horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Admirar los monumentos
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.25. Estudiante de 23 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - Unas 3 horas para ir relajado
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Tomarme fotos, tomar algo arriba, comer obleas o fumar
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora y media aproximadamente
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Tomarme fotos, caminar un poco
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.26. Estudiante de 20 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - No
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 2 horas aprox.
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - N/A
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1 hora aprox.
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Hacer ejercicio
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.27. Estudiante de 24 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 30 minutos
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - Sí
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Comer pizza
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - Sí
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 30 minutos
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Caminar por las gatas
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - No

A.1.28. Estudiante de 21 años

1. **¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?**
 - Sí
2. **Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?**
 - Sí
3. **¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?**
 - Sí
4. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?**
 - 2 horas
5. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?**
 - Sí
6. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey? ¿Por qué?**
 - Caminar alrededor y comer obleas o postres por ahí cerquita mirando hacia Cali
7. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?**
 - No
8. **¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?**
 - Sí
9. **¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?**
 - 1 hora
10. **¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?**
 - Sí
11. **¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?**
 - Tomar fotos con Los Gatos, porque son bonitos y coloridos
12. **¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?**
 - No

A.1.29. Estudiante de 22 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - No
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - Sí
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - Sí
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 4-5 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - Visitar el monumento y tomar fotos
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - 1-2 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - No
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Tomar fotos
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

A.1.30. Estudiante de 21 años

1. ¿Ha realizado turismo cultural en la ciudad de Cali?
 - Sí
2. Antes de realizar turismo cultural, ¿Usted revisa las opiniones de los otros visitantes e información de interés en internet?
 - No
3. ¿Ha visitado el monumento de Cristo rey?
 - No
4. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a Cristo rey?
 - 3 horas
5. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a Cristo Rey?
 - No
6. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a Cristo Rey?
¿Por qué?
 - No he ido aún
7. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a Cristo Rey?
 - No
8. ¿Ha visitado el monumento de El Gato del Rio?
 - Sí
9. ¿Cuánto tiempo considera usted que es necesario dedicar a su visita a El Gato del Rio?
 - De 2 a 3 horas
10. ¿Sabe cuáles actividades se pueden realizar en su visita a El Gato del Rio?
 - Sí
11. ¿Cuál es la actividad que más le gusta realizar cuando visita el monumento a El Gato del Rio? ¿Por qué?
 - Ir a restaurantes, tomar fotos y cazar pokemones.
12. ¿Conoce usted sobre la historia del Monumento a El Gato del Rio?
 - Sí

Anexos Casos de Pruebas desarrolladores

Caso de prueba	Mostrar información sobre Cristo Rey
Identificador Caso de prueba	CP01_InfoCR
Objetivo	Probar que se visualice la información sobre Cristo Rey
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Seleccionar el icono de información
Criterio de éxito	Mostrar al usuario la información sobre el monumento de cristo Rey
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.1: Caso de Prueba 01

Caso de prueba	Mostrar comentarios sobre Cristo Rey
Identificador Caso de prueba	CP02.ComentCR
Objetivo	Probar que se muestren los comentarios del monumento de Cristo Rey
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Seleccionar el icono de ver comentarios
Criterio de éxito	Mostrar al usuario los comentarios realizados por usuarios anteriores sobre su visita el monumento de Cristo Rey.
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.2: Caso de Prueba 02

Caso de prueba	Realizar comentario sobre la visita a Cristo Rey
Identificador Caso de prueba	CP03_AgregarComentCR
Objetivo	Probar que el usuario pueda hacer un comentario sobre su visita a de Cristo Rey
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios
Criterio de éxito	Realizar comentario sobre la visita a Cristo Rey.
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.3: Caso de Prueba 03

Caso de prueba	Agregar emoción sobre visita a Cristo Rey
Identificador Caso de prueba	CP04_AgregarEmocionCR
Objetivo	Probar que el usuario pueda agregar la emoción que sintió en su visita a de Cristo Rey
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios 5. Seleccionar la emoción que sintió
Criterio de éxito	Ver la emoción seleccionada por el usuario en la parte derecha de los emoticones
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.4: Caso de Prueba 04

Caso de prueba	Agregar medio de transporte utilizado para la visita a Cristo Rey
Identificador Caso de prueba	CP05_AgregarTransporteCR
Objetivo	Probar que el usuario pueda agregar el medio de transporte utilizado para realizar la visita a Cristo Rey
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios 5. Seleccionar medio de transporte que utilizó
Criterio de éxito	Ver el medio de transporte utilizado por el usuario en la parte derecha de los emoticones de transporte
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.5: Caso de Prueba 05

Caso de prueba	Mostrar monumento Cristo Rey en Realidad Aumentada
Identificador Caso de prueba	CP06_MostrarAR-CR
Objetivo	Probar que el usuario pueda visualizar el monumento a Cristo Rey en Realidad Aumentada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Cristo Rey 4. Ubicar la cámara del dispositivo apuntando hacia el marcador de Cristo Rey
Criterio de éxito	Ver el monumento a Cristo Rey en Realidad Aumentada
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.6: Caso de Prueba 06

Caso de prueba	Registro de usuario
Identificador Caso de prueba	CP07_RegistroUsuario
Objetivo	Probar que el usuario pueda registrarse en el prototipo
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el botón de Registrarse 3. Ingresar los datos del usuario 4. Seleccionar botón de Iniciar sesión
Criterio de éxito	Usuario registrado sin mensaje de error y cambio de pantalla a Explorar
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.7: Caso de Prueba 07

Caso de prueba	Mostrar información sobre El Gato de Tejada
Identificador Caso de prueba	CP08_InfoGatos
Objetivo	Probar que se visualice la información sobre El Gato de Tejada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar Gato de Tejada 4. Seleccionar el icono de información
Criterio de éxito	Mostrar al usuario la información sobre El Gato de Tejada
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.8: Caso de Prueba 08

Caso de prueba	Mostrar comentarios sobre El Gato de Tejada
Identificador Caso de prueba	CP09_ComentGato
Objetivo	Probar que se muestren los comentarios de El Gato de Tejada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar El Gato de Tejada 4. Seleccionar el icono de ver comentarios
Criterio de éxito	Mostrar al usuario los comentarios realizados por usuarios anteriores sobre su visita a El Gato de Tejada
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.9: Caso de Prueba 09

Caso de prueba	Realizar comentario sobre la visita a El Gato de Tejada
Identificador Caso de prueba	CP10_AgregarComentGato
Objetivo	Probar que el usuario pueda hacer un comentario sobre su visita a El Gato de Tejada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar El Gato de Tejada 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios
Criterio de éxito	Realizar comentario sobre la visita a El Gato de Tejada.
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.10: Caso de Prueba 10

Caso de prueba	Agregar emoción sobre visita a El Gato de Tejada
Identificador Caso de prueba	CP11_AgregarEmocionGato
Objetivo	Probar que el usuario pueda agregar la emoción que sintió en su visita a El Gato de Tejada.
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar El Gato de Tejada 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios 5. Seleccionar la emoción que sintió
Criterio de éxito	Ver la emoción seleccionada por el usuario en la parte derecha de los emoticones
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.11: Caso de Prueba 11

Caso de prueba	Agregar medio de transporte utilizado para la visita a El Gato de Tejada
Identificador Caso de prueba	CP12.AgregarTransporteGato
Objetivo	Probar que el usuario pueda agregar el medio de transporte utilizado para realizar la visita a El Gato de Tejada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar El Gato de Tejada 4. Seleccionar el icono de hacer comentarios 5. Seleccionar medio de transporte que utilizó
Criterio de éxito	Ver el medio de transporte utilizado por el usuario en la parte derecha de los emoticones de transporte
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.12: Caso de Prueba 12

Caso de prueba	Mostrar El Gato de Tejada y sus gatas en Realidad Aumentada
Identificador Caso de prueba	CP13.MostrarAR-Gatos
Objetivo	Probar que el usuario pueda visualizar el monumento a Cristo Rey en Realidad Aumentada
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Seleccionar el módulo Explorar 3. Seleccionar El Gato de Tejada 4. Ubicar la cámara del dispositivo apuntando hacia los marcadores de El Gato de Tejada y sus gatas
Criterio de éxito	Ver El Gato de Tejada y sus gatas en Realidad Aumentada
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.13: Caso de Prueba 13

Caso de prueba	Pedir autorización a usuario para utilizar la cámara
Identificador Caso de prueba	CP14_PermissionCamara
Objetivo	Probar que el prototipo le pida permiso al usuario para utilizar la cámara de su dispositivo móvil
Flujo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar el prototipo 2. Autorizar el uso de la cámara 3. Iniciar Sesión o Registrarse 4. Seleccionar la sección de Explorar 5. Elegir el monumento de su preferencia.
Criterio de éxito	El prototipo puede utilizar la cámara cuando el usuario va a escanear algún marcador.
Resultado de la prueba	Exitoso

Cuadro B.14: Caso de Prueba 14

Bibliografía

- [1] "Turismo cultural," 2019. Último acceso 16 de Marzo 2020.
- [2] "Cali, elegida como mejor destino cultural de suramérica," 2019. Último acceso 16 de Marzo 2020.
- [3] "Sitios para visitar en santiago de cali," 2019. Último acceso 16 de Marzo 2020.
- [4] "Gemelo digital," 2019. Último acceso 16 de Marzo 2020.
- [5] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi, and F. Kishino, "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum," in *Telem manipulator and telepresence technologies*, vol. 2351, pp. 282–292, International Society for Optics and Photonics, 1995.
- [6] R. Mendoza, S. Baldiris, and R. Fabregat, "Framework to heritage education using emerging technologies," *Procedia Computer Science*, vol. 75, pp. 239–249, 2015.
- [7] L. F. Rivera, M. Jiménez, P. Angara, N. M. Villegas, G. Tamura, and H. A. Müller, "Towards continuous monitoring in personalized healthcare through digital twins," in *Proceedings of the 29th Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering*, pp. 329–335, 2019.
- [8] R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent advances in augmented reality," *IEEE computer graphics and applications*, vol. 21, no. 6, pp. 34–47, 2001.
- [9] "Vuforia," 2018. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [10] "Hoppala is the world's largest content platform for geo based augmented reality," 2011. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [11] "Arcore," 2020. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [12] "Arkit," 2021. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [13] "Unity," 2021. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [14] "Features," 2021. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [15] "Unreal," 2021. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [16] M. C. Albornoz, "Diseño de interfaz gráfica de usuario," in *XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2014.

- [17] G. Chao, "Human-computer interaction: process and principles of human-computer interface design," in *2009 International Conference on Computer and Automation Engineering*, pp. 230–233, IEEE, 2009.
- [18] J. Yu, Q. Wang, and H. Chen, "Application of kinect-based motion recognition algorithm in cultural tourism," in *Proceedings of the 2018 VII International Conference on Network, Communication and Computing*, pp. 307–311, 2018.
- [19] V. Vlahakis, J. Karigiannis, M. Tsotros, M. Gounaris, L. Almeida, D. Stricker, T. Gleue, I. T. Christou, R. Carlucci, N. Ioannidis, *et al.*, "Archeoguide: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites," *Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage*, vol. 9, no. 10.1145, pp. 584993–585015, 2001.
- [20] P. Kingsuwankul, P. Bhattarakosol, P. Liangyoo, T. Uiphanit, P. Cheevavet, and P. Preepremvilas, "Gaming application development to promote cultural tourism in bangnoi floating market in samutsongkram," in *Proceedings of the 8th International Conference on Informatics, Environment, Energy and Applications*, pp. 248–252, 2019.
- [21] A. A. Navarro-Newball, I. Moreno, E. Prakash, A. Arya, V. E. Contreras, V. A. Quiceno, S. Lozano, J. D. Mejia, and D. F. Loaiza, "Gesture based human motion and game principles to aid understanding of science and cultural practices," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 75, no. 19, pp. 11699–11722, 2016.
- [22] "Mobile operating system market share colombia," 2021. Último acceso 5 de Junio 2021.
- [23] K. Pohl, *Requirements engineering fundamentals: a study guide for the certified professional for requirements engineering exam-foundation level-IREB compliant*. Rocky Nook, Inc., 2016.
- [24] F. G. Fernandez, *SERVICIO PARA LA GESTIÓN DE GUÍAS DE PRÁCTICA CLÍNICA EN XML*. PhD thesis, Sevilla, ES, 2009.
- [25] J. Nielsen, "Ten usability heuristics," 2005.